

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
« ____ » _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему

**“Програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі
стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability”**

КБГЗ - 2026

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-22-1
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Румежак В.С.
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доктор філософії (PhD)
_____ Дреєва Г.М.
« ____ » _____ 2026 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Механіко-технологічний
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення
Освітній ступінь бакалавр
Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма "Комп'ютерна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
Олексій СМІРНОВ
« 27 » лютого 2026 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Румежаку Владиславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability*

2. Керівник роботи *Дресєва Ганна Миколаївна, доктор філософії (PhD)*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 133-02 від 27.02.2026 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту 23.05.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: *Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.

2. Перегляд аналогічних існуючих систем.

3. Опис і обґрунтування проектних рішень.

4. Етапи програмування системи.

5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.

6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема системи 1 аркуш

Функціональна схема системи 1 аркуш

Діаграма процесів 1 аркуш

Блок-схема алгоритму роботи додатку 2 аркуша

7. Дата видачі завдання « 27 » лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2026 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2026 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2026 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2026 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2026 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2026 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2026 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2026 р.	

Дата видачі завдання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис керівника

Дреєва Г.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 27 » лютого 2026 р.

Підпис здобувача

Румежак В.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Румежак В.С. Програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2026.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Метою розробки є програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Результат роботи – програмна реалізація системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Python.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, проектування ЦОД

ABSTRACT

Rumezhak V.S. Software for the data center design system based on the WP#71 standard - Open Standard for Datacenter Availability. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2026.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed, which is intended for the data center design system based on the WP#71 standard - Open Standard for Datacenter Availability.

The purpose of the development is the software for the data center design system based on the WP#71 standard - Open Standard for Datacenter Availability.

The result of the work is the software implementation of the data center design system based on the WP#71 standard - Open Standard for Datacenter Availability.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on PCs with Windows 10/11.

The program is developed in the Python environment.

Keywords: computer engineering, data center design

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	6
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ	7
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.....	7
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	31
2.3 Розгорнута постановка завдання	34
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ	35
3.1 Опис функціонування системи	35
3.2 Розробка структурної схеми.....	43
3.3 Розробка функціональної схеми	53
3.4 Розробка діаграми процесів.....	56
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ.....	58
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи.....	58
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення.....	78
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ	81
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Румежак В.С.				Програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Дресва Г.М.					Б	1	95
Н.контр.	Коваленко А.С.				ЦНТУ КІ-22-1			
Затв.	Смірнов О.А.							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БНМ	–	балансування навантаження мережі, Network Load Balancing
ЕЦП	–	електронний цифровий підпис
ІВК	–	інфраструктура відкритих ключів
ІТ	–	інформаційні технології
ЛОМ	–	локальна обчислювальна мережа
ПЗ	–	програмне забезпечення
СКЗІ	–	система комплексного захисту інформації
УК	–	управляючі компоненти
УЦ	–	удостоверюючий центр
ЦОД	–	центр обробки даних
IGMP	–	Internet Group Management Protocol
NLB	–	Network Load Balancing, балансування мережного навантаження
PKI	–	Public Key Infrastructure
VPN	–	віртуальна приватна мережа

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Актуальність теми. Організації, що спеціалізуються на проектуванні й створенні центрів обробки даних, добре знають, що стандартизація дозволяє підвищити їхню ефективність, забезпечити відповідність вимогам замовників, заощадити час і гроші.

Проектувальники й оператори ЦОД уже більше двох десятиріч років використовують стандарти, розроблені в The Uptime Institute, і орієнтуються на критерії класифікації фізичної інфраструктури центрів обробки даних, запропоновані в стандартах

- Tier Standard: Topology.
- Tier Standard: Operational Sustainability.

Стандарти The Uptime Institute регламентують вимоги до організації електроживлення, охолодження й технічного обслуговування центрів обробки даних і допомагають передбачити необхідні рівні готовності інфраструктури на всіх етапах їхнього життєвого циклу, включаючи проектування, будівництво, введення в експлуатацію. Вони дозволяють також порівнювати різні об'єкти, створені по індивідуальних проектах, і зіставляти обсяг інвестицій в інфраструктуру ЦОД з бізнес-стратегією їхніх власників і операторів.

The Uptime Institute сертифікує центри обробки даних на відповідність власним стандартам, за допомогою яких оцінюються й рівняються рівні надійності й доступності ЦОД. Стандарти Tier застосовуються при будівництві корпоративних і комерційних ЦОД і використовуються для оцінки якості послуг з розміщення в них устаткування. Однак класифікаційні рівні надійності й надмірності Tier 1 – Tier 4 із самого початку їхньої появи були предметом дискусій галузевих експертів.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

– Дослідження системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

– Програмна реалізація системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

У цей час обговорення класифікаційних рівнів надійності й надмірності Tier 1 – Tier 4 знаходять цілком конкретні форми, тому що технологічні інновації надають можливості, що раніше були відсутні в інфраструктурних рішеннях сучасних ЦОД. Один із прикладів – використання поновлюваної енергії (sustainable energy). Така енергія, по одному з визначень, здатна забезпечити всі потреби сучасних споживачів, не обмежуючи можливості майбутніх поколінь у задоволенні енергетичних потреб. Її джерела характеризуються також незначною витратою наявних ресурсів і контрольованим впливом на навколишнє середовище. У компанії Schneider Electric вважають, що, завдяки зниженню вартості поновлюваних джерел енергії й прогресу в області ціни й технологій літій-іонних акумуляторних батарей, близько 70% уводяться в дію до 2040 року ЦОД будуть застосовувати поновлювану енергетику.

Однак така енергетика, загалом кажучи, не відповідає інфраструктурним вимогам The Uptime Institute. Стандарти цієї організації пропонують, наприклад, установку дизель-генераторів для забезпечення подачі електроенергії на випадок виникнення позаштатних ситуацій у вхідних фідерах. Це значить, що ЦОД, що повністю працює на сонячній енергії й який має значні ресурси для її зберігання, не зможе одержати статус, що відповідає вимогам старших специфікацій Tier.

Крім того, багато хто відзначають, що система класифікації Uptime Tier поширюється тільки на комплекси електроживлення й системи охолодження, у той час як для працездатності й готовності центрів обробки даних настільки ж важливі мережна інфраструктура й безпека. Основний акцент у стандартах The Uptime Institute робиться на внутрішнім резервуванні, але в нього є ефективна альтернатива – дублювання функцій центра обробки даних у рамках мережі територіально розподілених ЦОД.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.2 Область застосування

Поряд із класифікацією The Uptime Institute існують і інші стандарти для центрів обробки даних. Так, Міжнародна консультативна служба будівельної галузі (Building Industry Consulting Service International, BICSI) випустила власний стандарт 002-2010: Data Center Design and Implementation Best Practices, що був оновлений і розширений в 2015 році з виходом ANSI/BICSI 002-2014.

Прийнята наприкінці 2015 року нова серія європейських стандартів EN 50600, розроблених Європейським комітетом електротехнічної стандартизації (Comit Europeen de Normalisation lectrotechnique, CENELEC), регламентує різні питання проектування «Споруджень і інфраструктури центрів обробки даних».

Асоціація телекомунікаційної галузі (Telecommunications Industry Association, TIA), що розробляє стандарти на кабельні системи, випустила стандарт ANSI/ TIA-942-A Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, підготовлений у співдружності з Американським національним інститутом стандартів (American National Standards Institute, ANSI). Орієнтований більшою мірою на кабельну й мережну інфраструктуру, він передбачає концепції надмірності й надійності, засновані на рівнях The Uptime Institute.

Стандарт ANSI/TIA 942-A, популярний насамперед у Європі, а не в США, набагато рідше згадується в проектній документації центрів обробки даних у порівнянні з показниками класифікації The Uptime Institute. The Uptime Institute запропонував його авторам відмовитися від терміна Tier, тому для опису рівнів надійності в ньому використовуються показники Rated 1-4.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

Рішення для центрів обробки даних – ЦОД і зберігання даних

Нагромадження більших обсягів інформації й розвиток високих технологій, привело до створення центрів обробки даних, спеціалізованих сховищ, які забезпечують обробку й схоронність важливої інформації. Основною перевагою використання ЦОДу, є максимальна доступність і надійність. Рішення для ЦОД і зберігання даних призначені для банків, великих підприємств, діяльність яких вимагає наявності складної інфраструктури.

Рішення із системами зберігання даних IBM

Комплексне серверне рішення із системами зберігання даних IBM System Storage

Для компаній, які широко використовують технічні й програмні рішення від IBM, тепер з'явилася нова можливість забезпечити своїх клієнтів і безпосередньо замовників повним пакетом інноваційних рішень, які містять у собі як сервери IBM, так і саму IBM систему зберігання даних.

Для багатьох замовників уже стала звичної ситуація, коли їм доводиться працювати із принципово різними системами зберігання даних і різних серверів. Не дивно, що в такому випадку витрати їх зростають у кілька разів, оскільки для кожної окремо взятої, як системи зберігання даних, так і самого серверного забезпечення, характерно використане технічне й програмне забезпечення від декількох виробників. Це додаткові витрати на устаткування й ліцензійні угоди по програмних рішеннях. При такому підході досить різко зауважується не тільки висока вартість для замовників, але й низька ефективність роботи устаткування,

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

викликувана конфліктами різних систем і форматів ПЗ й технічних засобів. Немаловажним фактором, що також впливає на швидкість роботи устаткування і його ефективність, є й сумісність різних систем, що не тільки при невідповідному рівні може давати збої, але й розмежовувати устаткування по сумісності. У результаті цього замовники шукають нові підходи й засоби для усунення цих проблем, які, відповідно, так само позначаються на бюджеті компанії. Самим неприємним моментом, що має місце в розрізних системах серверів, вважається неможливість забезпечення цілісного резервного копіювання, керування, здійснення доступу й захисту даних. У цьому випадку ефективність роботи таких систем при використанні дисків, виходить у край низкою.

Щоб усунути подібні невідповідності в системах, забезпечити максимальну ефективність роботи всіх систем у компаніях замовників і надати повноцінну підтримку, компанія виробник IBM розробила нові системи, призначені для зберігання даних – сімейство рішень IBM DS3000. Зважаючи на те, що для серверів IBM BladeCenter і IBM System x ці системи зберігання даних є ідеально сумісними, те цілком зрозуміло і їх ідеальна спільна робота. При такому режимі ці пристрої й програмні засоби не тільки доповнюють один одного, але й забезпечують відмінні показники по комплексній підтримці й високій продуктивності роботи системи. Економічний підхід може забезпечити непогану схоронність ще й коштів, необхідних для придбання й технічного обслуговування з підтримкою всього устаткування компанії виробника IBM з наступною підтримкою.

Додатковими перевагами сімейства DS3000 можна також виділити досить високу гнучкість при роботі, оскільки замовник одержує вибір у можливостях для зберігання інформації, використовуючи при цьому носії формату 3,5 дюйми або 2,5 дюйми жорстких дисків, можливість одночасного використання цих дисків і роботу з хост-з'єднаннями різного типу, наприклад, Fibre Channel, iSCSI або SAS.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Самою головною перевагою нового сімейства DS3000 від компанії виробника IBM – це його вартість, що досить доступна для замовників. Також системи забезпечують такі функції й можливості роботи серверів як:

- більше низькі витрати на електроенергію за рахунок меншого її споживання новими серверними системами;

- більша гнучкість серверних систем у процесі передачі даних, оскільки може здійснюватися підтримка хост-з'єднань таких протоколів як iSCSI, SAS і FC (Fibre Channel);

- доступність до даних на більше високому рівні за рахунок використання жорстких дисків нового покоління й новітніх технологій – швидкість обертання нових дисків системи DS3500 досягає значення в 6 Гбіт/с, оскільки ключовою їхньою технологією є SAS. Варто помітити, що такі технології раніше не пропонувалися, тобто є інноваційними розробками компанії IBM;

- для всіх серверних систем забезпечується інтеграція із системами VMware;

- із всіх серверів здійснюється централізований доступ до зберігаємих на них даних, що характеризується ще й загальнодоступністю до них.

Але, як би там не було, головною перевагою серверних систем компанії IBM варто відзначити саме комплексний підхід в організації роботи серверів в області зберігання даних.

Керування серверними системами за допомогою IBM Systems Director

Багато компаній використовують сучасне серверне устаткування, що, як правило, містить у собі потужні дорогі сервери й програмне забезпечення, що вимагають більших фінансових витрат, як на їхнє придбання, так і на наступне обслуговування й відновлення необхідного ПЗ. Також виникає багато проблем у компаніях, що використовує системи, укомплектовані серверним устаткуванням від різних виробників.

Компанії, що використовують серверне устаткування від IBM, можуть легко уникнути багатьох подібних складностей.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Досить цікаві дослідження в області покупки й наступного технічного й програмного обслуговування серверів провели аналітики Gartner і деякі інші галузеві маркетологи. По їхніх результатах виявилось, що зміст серверів з їхнім спільним обслуговуванням тільки за 5 років перевищує за вартістю закупівельну ціну серверного устаткування в цілих 5 разів. Як бачимо, ці показники більш ніж значні. Розрахункові дані, по яких вироблявся цей аналіз, полягають у підсумовуванні всіх витрат, які несе компанія-замовник, що включають:

- програмне забезпечення з відповідною ліцензійною угодою;
- забезпечення сильно, що гріються частин, серверів відповідними охолоджувальними системами й додатковими вентиляторами;
- витрати на електроживлення серверів, що у результаті їхньої високотемпературної роботи зростає в кілька разів від значення при нормальному режимі;
- підтримка й гарантійне обслуговування.

Все це головні складові частини витрат, але є ще й інші, які менш значні, але присутні. З обліком всіх цих видаткових статей замовників, компанія IBM взяла на себе сміливість провести розробки в області зменшення витрат за рахунок нововведень у керуванні серверами. На думку самої компанії, такий підхід зможе забезпечити найвищі показники в економії клієнтів і найбільше ефективно впорається з багатьма статтями витрат, знизивши їх до можливого мінімуму.

Для рішення всіх вищевикладених проблем клієнтів компанія IBM випустила свій новий продукт за назвою IBM Systems Director. Ця система керування серверами містить у собі керування енергоспоживанням, моніторинг попереджень, виявлення систем і ще ціле безліч потужних функцій. Головна перевага впровадження системи IBM Systems Director надає замовникам значно заощадити засобу, завдяки зменшенню вартості володіння серверним устаткуванням.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

На думку самої компанії IBM ті клієнти, які впровадили систему IBM Systems Director, надалі захочуть здобувати продукцію й сервери IBM з більшою ймовірністю, оцінивши всі ці переваги.

IBM Systems Director дозволяє почати із простих функцій, наприклад, відправлення попереджень і збір дані інвентаризації, у тому випадку, якщо відбувся збій джерела живлення або вентилятора. Безперебійна робота досягається за рахунок можливості без вимикання сервера встановити й замовити попередньо запасну частину.

У конфігурацію кожного сервера BladeCenter і System x безкоштовно включається IBM Systems Director, що є перевагою рішення. Для самої нової версії характерне включення в області якості безлічі вдосконалень, велика кількість простих функцій у використанні, що дозволяють дуже швидко приступитися до роботи, веб-інтерфейс.

IBM Systems Director дозволяє управляти як серверними системами IBM, так і серверним устаткуванням від інших постачальників, ґрунтуючись на певних стандартах.

IBM System Networking – IBM BNT RackSwitch

Від компанії-виробника IBM надійшло нове рішення за назвою IBM System Networking, що має на увазі надання допомоги у виконанні основних бізнес-завдань, які надають можливість для компанії-замовника одержати певні переваги перед своїми головними конкурентами.

Варто відзначити, що таке виконання цих бізнес-завдань тісно зв'язано й потребою в масштабованих системах у межах розумних границь. Крім того, варто відзначити, що такий підхід допоможе самим замовникам захистити свої інвестиції, які розміщені, головним чином у технічному й програмному забезпеченні серверів, що немаловажно для готовності компанії-замовника до подальшого росту й розвитку існуючої мережної інфраструктури.

Варто розглянути компанію BNT більш детально, щоб довідатися, що саме вона собою представляє. IBM викупила компанію BNT у жовтні 2010 р. По своїй

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

спеціалізації компанія BNT тримається от уже протягом 7-мі років у лідерах по виробництву убудованих блейд-комутаторів. Дана першість і принесло славу компанії в усьому світі.

Аналітична галузева компанія Gartner зробила попередні дослідження, по яких одержала цікаві дані. За результатами цих досліджень BNT стала другою у номінації «Мережні рішення для центрів обробки даних 2019 р.». Для компаній, які входять у список компаній Fortune 500, характерно те, що в половини з них установлені інноваційні продукти BNT. Компанія BNT є розроблювачем першої системи об'єднання центрів обробки даних DCB (DataCentre Bridging). Крім того, комутатор 40Gb виробництва компанії BNT став одним серед перших, що вийшли на відкритий ринок.

Для сучасного поведіння організацій характерні такі моменти як спрощення складності систем (у міру скорочення капітальних і експлуатаційних витрат), спрощення процесів керування цими системами, прагнення до підвищення продуктивності й ступеня використання ресурсів одночасно.

З огляду на тенденції останнього років, стало ясно, що більшість компаній збирається приділяти більше своєї уваги комплексним рішенням, а не устаткуванню. Таке їхнє поведіння, у першу чергу, зв'язано із прагненням підвищити загальну продуктивність мережних ресурсів і серверів. Нові можливості створюються за рахунок більше високого застосування стандарту 10 Gb («хмарних» обчислень і ін.).

Як і раніше триває обговорення конвергенції (NAS, iSCSI і FCo). Рациональні обчислення дозволяють замовникам захищати, автоматизувати й інтегрувати за допомогою «хмарної» інфраструктури оптимізовані системи з Big Data. Інтелектуальна віртуалізація також пов'язана з підвищенням рівня вимог.

У кожному разі зрозуміло, що компанії прагнуть звільнитися від мережних рішень одного постачальника. Важливу роль у спрощенні процесу переходу для мережних адміністраторів грає функціональна сумісність із продуктами інших постачальників (за допомогою налаштування мережних

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

використовуваного пристрою зберігання. IBM пропонує розумні рішення зберігання для компаній будь-яких розмірів, що дозволяє оптимізувати інфраструктуру VMware і використовувати по максимуму переваги, при цьому, звертаючи увагу на безперервне збільшення обсягів даних.

IBM Storwize V3500 підвищує планку

Storwize V3500 – високоефективна й проста у використанні система зберігання, заснована на інноваційній архітектурі IBM Storwize V7000. Storwize V3500 дозволяє знизити витрати шляхом поліпшення ефективності, гнучкості й швидкості дії інфраструктур VMware, дозволяючи, при цьому, звістці бізнес у правильному напрямку з перспективою на майбутнє.

Storwize V3500 – убудована ефективність зберігання

Можливості ефективності, якими володіє IBM Storwize V3500, допомагають покористуватися для середовищ VMware і змішаних робітників навантажень. Віртуалізація мережного сховища, так само, як і серверна віртуалізація, допомагає збільшити правильне використання засобів з оптимальним співвідношенням витрат/можливостей. Тонка резервація пам'яті використовує технологію віртуалізації, що дозволяє зробити так, щоб застосунки використовували тільки той обсяг, що їм потрібний, а не весь виділений обсяг. Щоб досягти високого коефіцієнта використання варто виключити необхідність в установці обсягу фізичного диска, що на практиці використовуватися не буде. У пристрій Storwize V3500 також убудоване динамічне переміщення даних, що дозволяє здійснювати безперервне переміщення даних у систему з метою консолідації або при переході на нову технологію.

Засоби інтеграції VAAI дозволяють збільшити продуктивність

Завдяки убудованій підтримці засобів інтеграції прикладних програмних інтерфейсів для дискових масивів (vSphere Storage APIs for Array Integration, VAAI), Storwize V3500 дозволяє збільшити продуктивність і можливості консолідації. Завдяки наявності VAAI, vSphere може виконувати операції швидше, використовуючи при цьому менший обсяг серверних ресурсів і меншу

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

пропускну здатність зберігання. При використанні VAAI можна звільнити хости ESX від обробки певних інтенсивних операцій вводу/виводу (наприклад, дублювання віртуальних машин), перекинувши їх на сховище Storwize V3500. Завдяки цьому можна усунути надмірні потоки даних між фізичним сервером і сховищем. Зниження робочого навантаження на сервер також дозволить виконувати розгортання віртуальних машин з метою консолідації або з метою задоволення постійних потреб бізнесу.

Технологія моментальних знімків

IBM Storwize V3500 має функцію FlashCopy, що розроблена для створення майже моментальних копій активно використовуваних даних, які, у свою чергу, можуть бути використані з метою захисту цих даних або для їхньої паралельної обробки.

Функція FlashCopy дозволяє відновлюватися після ситуацій, при яких дані були загублені внаслідок помилки застосунки або користувача. Наприклад, за допомогою FlashCopy можна робити моментальний знімок критично важливих даних із заданим інтервалом перед початком будь-яких робіт з обслуговування з метою захисту від можливого випадкового видалення даних.

Одним з істотних переваг віртуальних машин у порівнянні з фізичними серверами є їхня здатність дублюватися. Нові системи швидко вводяться в роботу, а існуючі системи можна дублювати для виконання тестувань. vSphere можна використовувати для створення копії, а за допомогою функції FlashCopy, убудованої в Storwize V3500 замість серверних ресурсів, можна швидко виконувати дублювання окремих віртуальних машин або цілих віртуальних середовищ.

Завдяки використанню функції FlashCopy для створення перезаписуваних моментальних знімків або копій невеликого розміру можна також збільшити продуктивність розгортань інфраструктури віртуальних ПК.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Легке розгортання й керування IBM Storwize V3500

ІТ відділам малих і середніх компаній звичайно не вистачає обсягу ресурсів, досвіду й часу для присвяти їхнім таким завданням, як розгортання системи й керування даними. Тому, була розроблена система Storwize V3500 – для виняткової легкості в роботі, з використанням графічного інтуїтивного користувальницького інтерфейсу. Первісне налаштування системи займає лічені хвилини, а дисковий обсяг вводиться в роботу всього за кілька клічів.

Співробітництво IBM і VMware

Будучи визнаними лідерами в сфері віртуалізації, IBM і VMware протягом тривалого часу є партнерами по виконанню сотень тисяч удалих розгортань. Компанія IBM залишається міжнародним асоціативним партнером компанії VMware і одним з головних виготовлювачів програмного забезпечення для цієї компанії. Безперервні вкладення й активна участь у загальних ініціативних проектах по розвитку й партнерських програмах гарантує те, що рішення IBM (зокрема, Storwize V3500) є прийнятними й розроблені з урахуванням оптимальної продуктивності й функціональності.

IBM Storwize V3500 ідеальне рішення для середовищ Microsoft

IBM Storwize V3500 – ефективне, високопродуктивне й доступне сховище для малих і середніх компаній.

Особливості IBM Storwize V3500:

- Оптимізація ефективності зберігання в середовищах Microsoft завдяки використанню широкого набору можливостей, включаючи віртуалізацію пам'яті й тонку резервацію пам'яті.
- Забезпечення захисту даних за допомогою убудованої технології IBM FlashCopy.
- Спрощення керування й поліпшення адміністрування за допомогою інтуїтивного й легені у використанні інтерфейсу.
- Зниження комплексності й усунення поточних проблем за допомогою оцадливих рішень по зберіганню для резервування, відновлення, електронної пошти й баз даних.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

IBM Storwize V3500 підвищує планку

Виконана на базі інноваційної архітектури IBM Storwize V7000, система IBM Storwize V3500 є наймогутнішою, доступною й ефективною системою зберігання, розроблена для відповідності постійно зростаючим вимогам даних і їхньої цілісності. Storwize V3500 збільшує стандарт для дискових систем початкового рівня завдяки широкому набору функцій для розгортання, керування й адміністрування IT середовищ, і допомагає усунути проблеми зберігання, пов'язані з безперервним збільшенням обсягу інформації. Високопродуктивна система зберігання Storwize V3500 є розумним рішенням для компаній малого й середнього бізнесу в середовищах Microsoft завдяки простоті використання й убудованої ефективності.

Рішення для основних технологій Microsoft на базі IBM Storwize V3500

Працюючи разом з Microsoft, продуктами IBM System x і IBM Tivoli, а також незалежними постачальниками й клієнтами ПЗ, IBM працює з основними напрямками технології Microsoft, які можуть працювати разом з рішеннями по зберіганню й можуть поліпшити роботу IT середовищ Microsoft. Storwize V3500 підтримує додатки й платформи Microsoft, включаючи Microsoft Windows Server, Microsoft Hyper-V, Microsoft Exchange Server, Microsoft SQL Server і Microsoft SharePoint. Напрямки рішення зосереджені на резервуванні й відновленні, високій доступності, захисті даних, віртуалізації, архівуванні й багатьому іншому: для збільшення гнучкості, зниження ризиків при уведенні в експлуатацію, і одержання більше робастної інформаційної інфраструктури.

Ефективне виконання IBM Storwize V3500

Убудовані можливості ефективності Storwize V3500 можуть надати істотні переваги для середовищ Microsoft і змішаних робітників навантажень. Аналогічно серверної віртуалізації, віртуалізація зберігання допомагає збільшити коефіцієнт використання з оптимізацією витрат/можливостей. Тонка резервація пам'яті використовує технологію віртуалізації, що дозволяє зробити так, щоб застосунки використовували тільки той обсяг, що їм потрібний, а не весь

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

виділений обсяг. Щоб досягти високого коефіцієнта використання варто виключити необхідність в установці обсягу фізичного диска, що на практиці використовуватися не буде. У пристрій Storwize V3500 також убудоване динамічне переміщення даних, що дозволяє здійснювати безперервне переміщення даних у систему з метою консолідації або при переході на нову технологію.

Невід'ємний захист даних з IBM Storwize V3500

IBM FlashCopy, технологія, що убудована в Storwize V3500, дозволяє виконувати високопродуктивні миттєві знімки з урахуванням особливостей використовуваних застосунків, що дозволяє домогтися майже негайного захисту на певний момент часу, незалежно від того, чи виконані вони додатком резервного копіювання або вручну адміністратором. Функція FlashCopy дозволяє відновлюватися після випадків, при яких дані були загублені внаслідок помилки застосунки або користувача. Наприклад, за допомогою FlashCopy можна зробити миттєвий знімок критично важливих даних із заданим інтервалом перед початком будь-яких робіт з обслуговування з метою захисту від можливого випадкового видалення даних. Поетапна функція FlashCopy також відіграє важливу роль шляхом зниження часу для завершення операцій копіювання, після того як був створений споконвічний миттєвий знімок. Функція FlashCopy ідеально підходить при виконанні нічного резервного копіювання баз даних Microsoft, забезпечуючи високу доступність застосунків при виконанні процесу резервного копіювання.

Убудована простота IBM Storwize V3500

Компанії будь-якого розміру, а особливо компанії малого бізнесу, шукають рішення для усунення складності системи, у той час як система Storwize V3500 розроблена для виняткової простоти у використанні. Система пропонує набір можливих конфігурацій поряд з автоматичними майстрами налаштування для прискорення й спрощення процесу виконання завдань. В Storwize V3500 використовується новаторський, потужнийу й простий у використанні графічний

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

інтерфейс користувача, що також спрощує уведення в роботу й безперервне керування зберіганням. Цей інтуїтивний інтерфейс допомагає організаціям збільшити продуктивність, ефективність і продуктивність використання сховища, збільшуючи при цьому продуктивність роботи адміністраторів.

Співробітництво між IBM і Microsoft

IBM співробітничав з компанією Microsoft протягом більше 25 років. IBM є Сертифікованим золотим партнером компанії Microsoft і надає перевірені рішення, що відповідають потребам користувачів. Разом, Microsoft і IBM розробили безліч додаткових програм для тестування, атестації й можливості взаємодії з метою надання найвищої цінності для своїх клієнтів. Безперервні вкладення й активна участь у загальних ініціативних проектах по розвитку й партнерських програмах гарантує те, що рішення IBM (зокрема, Storwize V3500) є прийнятними й розроблені з урахуванням оптимальної продуктивності й функціональності.

Рішення на базі Dell Compellent Storage Center

Контролери зберігання

Архітектура Dell Compellent Fluid Data дозволяє організаціям вибирати налаштування одного або двох контролерів з комбінуванням промислово-стандартних передніх і задніх з'єднань для задоволення вимогам економічної ефективності, продуктивності й доступності. Мережа зберігання даних центра даних підтримує 4/8Gb Fibre Channel, 1/10Gb iSCSI і 10Gb Fibre Channel over Ethernet (FCo) передньої зв'язності, а також 4Gb Fibre Channel і 3/6Gb SAS для задньої зв'язності.

Контролери зберігання з'єднуються із серверами відкритих систем без серверних агентів і автоматично перемикаються на інший контролер при відмові. Резервна, знімна потужність і охолодні вентилятори дозволяють забезпечити безперервну роботу й високу доступність. Віртуальні порти збільшують потужність портів, пропускну здатність дисків, зв'язність входу/виходу й подолання відмов порту.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Стійка апаратна архітектура для виключення повних апгрейдів.
- Обновляє й додає технології згодом на одній платформі.
- Стандартне устаткування дозволяє виключити блокування технології.
- З легкістю поєднує сервери й диски за допомогою карт PCI.
- Групування контролерів для високої доступності.
- Доступ без поділу ресурсів для виключення відмови.
- Високошвидкісний дзеркальний, кеш зі зворотним записом для виключення втрати даних.

Мережне сховище (NAS)

Крім багато-протокольних можливостей мережі SAN центра зберігання, Dell Compellent також розширює переваги Fluid Data у мережному сховищі. Рішення мережного сховища NAS дозволять вам об'єднати файлові й блокові дані в єдиній платформі, створеної для ефективності й розширення.

Перелік можливостей мережних сховищ Dell Compellent дозволяє вам вибрати кращу архітектуру для вашої IT-середовища. zNAS ідеально підійде для середніх і більших за розміром організацій із чистим середовищем NFS або змішаної CIFS/NFS, у той же час NX3000 для Compellent більше підходить для чистого середовища CIFS.

Завдяки рішенням Dell Compellent NAS, операції з файлами відбуваються окремо від операцій застосунків для виключення блокувань при інтенсивних процесів процесора. Групові конфігурації, достатність устаткування, і здатність до додавання ємностей зберігання на ходу підсилюють доступність разом з активним подоланням відмов і поліпшена багатоканальність (MPxIO) яка забезпечує виключення відмови.

Дискові відсіки Dell Compellent

Дискові відсіки Dell Compellent володіють останньою технологією промислового стандарту, включаючи з'єднання 6Gb SAS, таким чином, що організації можуть розширюватися й звужуватися з легкістю. Адміністратори

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

можуть комбінувати приводи SSD, Fibre Channel, SAS і NLSAS в одній системі, також, як і приводи різних швидкостей і ємність в одному відсіку.

Будь-яка кількість відсіків може бути розташоване в одному ряді для балансування вартості й продуктивності. Користувачі можуть змінювати налаштування при необхідності – додавання, заміна або відновлення відсіків, у міру появи нові технології й зміни бізнесу. Переміщення даних в інші відсіки виробляється без перебоїв.

Приводи Dell Compellent

Приводи Dell Compellent включають останні інновації промислового стандарту. Організації можуть комбінувати приводи SSD, Fibre Channel, SAS і NLSAS в одній системі. Адміністратори просто вибирають типи приводів, обсяги, форм-фактори, швидкість передачі й обертання, які необхідні для їхнього бізнесу й потреб. ПЗ Data Progression автоматизує переміщення даних між різними типами приводів в одній платформі – між ярусами й рівнями RAID, включаючи рівні RAID одного ярусу.

Дискові приводи Dell Compellent 3.5" підтримують Fibre Channel і 3/6Gb SAS задньої зв'язності. Також доступні приводи 2.5" 6Gb SAS, які забезпечують у два рази більшу продуктивність, при цьому споживаючи набагато менше потужності, чим традиційні 3Gb SAS приводи.

За допомогою зберігання Dell Compellent Fluid Data Ви можете оперативно додавати дисковий простір з ростом потреб бізнесу. Переміщення даних на нові приводи також виробляється без перебоїв.

- Розширення від 2 Тб до 2 Пб в одній системі.
- Розширення й переміщення даних без перебою в роботі.

Технологія Fluid Data для Dell Compellent. Інтелектуальне автоматизоване ПЗ

Інтелектуальне автоматизоване програмне забезпечення

Технологія Fluid Data допомагає організаціям переходити від просто зберігання даних до їхнього керування. Убудований інтелект і автоматизація

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

оптимізує середовище зберігання, у такий спосіб будь-яка поліпшена можливість повністю інтегрована для оптимальної ефективності, гнучкості й продуктивності.

Технологія Fluid Data для Dell Compellent віртуалізує зберігання на дисковому рівні, прискорюючи доступ до даних, розподіляючи операції зчитування/запису на всі приводи таким чином, що велика кількість запитів обробляється паралельно. Ви можете створювати високо-продуктивні, ефективні віртуальні обсяги за лічені секунди без призначення приводів до певних серверів, складного планування ємностей або ручного налаштування продуктивності. Заберіть обмеження фізичних приводів і динамічно змінюйте й розширюйте ваш віртуальний простір без перебоїв і відключень.

Динамічна ємність: виділення ємності

Убудоване в будь-яку систему зберігання Dell Compellent Storage Center, динамічне виділення ємності забезпечує ефективне використання зберігання. Наше поліпшене виділення ємності, називане Динамічна Ємність (Dynamic Capacity), повністю відокремлює призначення зберігання від використання, дозволяючи користувачеві наперед задавати будь-який обсяг, використовуючи тільки обсяг при записі. Ви навіть можете використовувати обсяг, що більше не використовується додатками, автоматично зменшувати простір, необхідне для обсягів ОС і перетворювати типові обсяги існуючого сховища у виділену ємність.

Просування даних (Data Progression): автоматичне багаторівневе зберігання даних

Засноване на реальному використанні й вимогах продуктивності, Data Progression автоматично відбирає й переносить дані на певний ярус і рівень RAID. Всі нові дані записуються на Tier 1, RAID 10 для найкращої продуктивності запису, у той час, як копії автоматично переміщуються на нижній рівень і найбільш економічний рівень RAID протягом 24 годин. Найбільш активні обсяги даних залишаються на високопродуктивних приводах SSD, Fibre Channel або SAS у той час, як неактивні блоки переміщуються на менш дорогі, високо-

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

об'ємні приводи NL-SAS. Завдяки Data Progression, організації можуть значно зменшити постійні витрати на зберігання.

Миттєве копіювання даних: просторово ефективні копії

Миттєве копіювання даних (Data Instant Replay) дозволяє організаціям виконувати тисячі постійних дублювань для прискорення відновлення в будь-якій крапці в будь-який момент часу. Технологія Fluid Data не вимагає повнооб'ємних клонів – навіть не потрібно базової копії. Замість цього, після першого запису, зберігається тільки споконвічний образ записаних даних. Отже, фіксуються тільки зміни по додаванню даних, і система використовує логіку в реальному часі для створення віртуальних покажчиків між асоціативними блоками. Зберігаючись на менш дорогих приводах для звільнення ємності 1 ярусу (Tier 1), у більшості випадків ці образи зчитування/запису можуть бути використані для відновлення будь-якого обсягу на будь-якому сервері менше ніж за 10 секунд.

Віддалене миттєве копіювання: динамічне дублювання

Технологія динамічного дублювання (Thin replication technology), називана Remote Instant Replay використовує просторово-ефективні образи між місцевими й віддаленими місцями для одержання ефективного рішення відновлення при подіях. Після споконвічного синхронізації розташувань, тільки зміни по збільшенню повинні фіксуватися й виконуватися в такий спосіб крім витрат на устаткування, пропускну здатність і адміністративні витрати. Залежно від Ваших вимог, можна вибрати дублювання даних через Fibre Channel або через традиційні IP-з'єднання.

Живі обсяги (Live Volume): безперервність динамічного бізнесу

Live Volume дозволяє організаціям переміщати обсяги на вимогу між платформами центра зберігання усередині локальної мережі зберігання. Всі переміщення виробляються відкрито вчасно роботи застосунків. А функціональність повністю убудована у віртуальну платформу зберігання, крім необхідності в додатковому устаткуванні або серверних агентах. Live Volume

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

підтримує будь-яке віртуальне серверне середовище. У реальності, переміщені дані автоматично визначаються у відповідні хости незалежно від фізичного розташування від центрального органа віртуальної машини Dell.

ГПІ центра зберігання: інтуїтивне керування

Центр зберігання містить у собі єдиний інтерфейс за принципом «указати й клікнути», що зменшує час на адміністрування й виключає необхідність у спеціальних навичках. Інтуїтивний інтерфейс автоматизує повторювані, витратні завдання, щоб персонал інфо-центру міг сконцентруватися на інших важливих завданнях. Комплексний розподіл, налаштування й адміністративні функції легко здійснюються програмами-майстрами, які управляють процесом. І витончені можливості PhoneHome надають віддалені, діагностичні інструменти моніторингу, об'єднані з автоматичною тривоною й послугами оповіщення.

Enterprise Manager: виробниче керування зберіганням

Enterprise Manager спрощує керування ресурсами зберігання забезпечуючи точний моніторинг і керування всіма локальними й віддаленими системами Dell Compellent Storage Center. Ви можете підсилювати миттєву видимість і контролювати багатотерабайтне середовище з багатьма відділеннями, адміністрування організації й зменшення оперативних витрат. Набудуйте й перевіряйте процесами дублювання, відслідковуйте ємності зберігання й використання диска в реальному часі, і створюйте звіти логічного використання накопичувачів і продуктивності – усе в одному.

Автоматизація центра даних: впровадження технологічного партнера

Поряд із щільним впровадженням платформи, неперервним міжопераційним тестуванням і спільними зусиллями проектування, Dell Compellent надає оптимальну оптимізацію центра даних для виробничих застосунків. Storage Center Command Set for Windows PowerShell забезпечує керування системою за допомогою інтуїтивного інтерфейсу сценаріїв. Replay Manager забезпечує сумісне, автоматичне резервування й відновлення даних

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Microsoft Exchange, SQL Server і Hyper-V. Ці сертифіковані й перевірені системи забезпечують плавну взаємодію й підтримку.

Рішення Hitachi Content Platform і Hitachi NAS Platform для зберігання файлів і контенту

Корпорація Hitachi Data Systems використовує віртуалізований пул для зберігання й керування блоковими, файловими й контентними даними за допомогою централізованого сховища.

Це дозволяє підприємствам домогтися істотної економії витрат, підвищити ефективність експлуатації й знизити ризик юридичного розкриття інформації.

Динамічне багаторівневе зберігання даних, активне архівування й можливості пошуку з відомим умістом дозволяють спростити процес керування неструктурованими даними. Ці рішення також дозволяють автоматично переміщати дані на більше ефективні рівні й знизити резервну ємність.

Цей набір можливостей дозволяє організаціям всіх галузей (від фармацевтичних і телекомунікаційних компаній до виробничих, енергетичних і комунальних підприємств) знизити сукупну вартість володіння сховищем.

- Убудовані затратоефективні рішення Hitachi для зберігання блокових, файлових даних і контенту.
- Власна автоматична міграція, інтелектуальне багаторівневе зберігання й надійна реплікація даних.
- Спрощене керування ростом неструктурованих даних.

Консолідація, захист архівів і пошук, забезпечувані платформами зберігання Hitachi

- Усунення неефективності керування розподіленими системами завдяки кращим у своєму класі сервісам підтримки файлів, консолідації й резервування.
- Посилення безпеки, роботи клієнтів і просторів імен для поліпшеного адміністрування й доступу до неструктурованих архівних файлів.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

– Розширте границі можливостей платформ мережних систем зберігання даних NAS Hitachi Platform і платформи зі сховищем контенту Hitachi Content Platform завдяки консолідованому пошуку.

– Скористайтеся функцією e-discovery для простого знаходження захищених даних і даних, доступних тільки для читання.

– З легкістю консолідуйте файлові сервери NAS, що працюють на базі Windows, Linux і Unix.

Рішення офісної інфраструктури на базі блейд-системи IBM BladeCenter S

Коли потрібен повноцінний центр обробки даних, не створюючи при цьому спеціальних серверних кімнат, те кращий спосіб досягти цього – блейд-система IBM BladeCenter S. Це серверне рішення дозволяє не йти на компроміси, компактне шасі має слоти для 6 лез із процесорами AMD, Intel, Cell. Дана розробка використовує провідні технології віртуалізації, у тому числі VMWare, RedHat, Microsoft, IBM і інші. Спеціальний корпус дозволяє встановлювати його в офісі без підведення спеціальної інфраструктури, як того вимагають інші серверні рішення, а із цим можуть виникати проблеми в деяких приміщеннях.

IBM BladeCenter S можна підключати до звичайної розетки, тому це серверне рішення підходить для офісів середнього й малого бізнесу, коли немає необхідності або можливості створювати повноцінне серверне приміщення. Ця система візьме на себе виконання всіх завдань по обробці даних і численних баз даних, які потрібні для повноцінної роботи будь-якої фірми.

Іншою перевагою є те, що дане серверне устаткування не має потреби в створенні спеціальних умов, ні з боку прокладки додаткових кабелів електроживлення, ні з боку охолодження й потужних систем кондиціонування або накладкою фальшполів. Без цього неможлива робота інших серверів даних, особливо жорсткі умови, пред'являються до серверних приміщень, без яких неможлива робота дорогого серверного устаткування. У той час як дане ІТ-рішення рятує від такої необхідності.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

З огляду на перераховані вище особливості, цей центр обробки даних має мобільність, тому що він не прив'язаний ні до яких умов. У будь-який момент його можна перевезти в іншу кімнату або в інший офіс. Це зручно у випадку ремонту або переїзду, досить занурити його в машину й поставити потім на новому місці й можна починати роботу. Такої мобільності не можна домогтися з іншим серверним устаткуванням, тому що тільки перевезення серверної кімнати займе значну частину часу переїзду.

У тому випадку, якщо бізнес став розростатися, і з'явилася необхідність виконувати більше складні завдання й обробляти більше даних, то висувають нові вимоги до серверних потужностей, IBM BladeCenter S можна інтегрувати в інше, більше масштабне ІТ-рішення. Для цього передбачена можливість перестановки блейд-шасі з окремого корпусу в стандартну стійку. Це дозволяє значно знизити витрати на пошуки підходящого серверного рішення, крім того, не потрібно буде заново проробляти значну частину роботи з налаштування серверного устаткування.

Одним із прикладів повноцінного серверного рішення, є сервер бази даних. Його можна створити із процесором Intel на лезі IBM BladeCenter HS22V.

Для підтримки додаткових сервісів можна розгорнути до трьох серверів віртуальної інфраструктури. До таких сервісів можна віднести Terminal, AD, File Server, Mail. Необхідно встановити відповідне програмне забезпечення. Для забезпечення й підтримки готовності системи потрібно розгорнути сервер Hot Spare, що візьме на себе це завдання. Два леза IBM BladeCenter HS22 забезпечать стабільну й комфортну роботу для сервера резервного копіювання, а також серверів WWW, DNS, PROXY і інших. Якщо буде потреба, додатково можна доповнити це серверне рішення IBM System Storage TS3100 – стрічковою бібліотекою, що підтримує технологію LTO-5. Останній елемент у системі – джерело безперебійного живлення, що охоронить серверне устаткування від випадкових перепадів в електромережі, що може ушкодити сам центр обробки даних і дані, що зберігаються на ньому.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Відказостійкий географічно розподілений кластер MS SQL

Нове серверне обладнання, що забезпечує високу професійну обробку й зберігання всіх необхідних інформаційних блоків.

Серверне устаткування IBM System X3850 X5 виявиться справжньою знахідкою для тих, хто зштовхнувся із проблемами в масштабуванні й рішенні деяких ІТ-завдань. Споживача порадує висока технологічність і продуктивність даного серверного рішення.

Комбінація серверної бази IBM System X3850 X5 і кластера MS SQL дозволяють домогтися високих результатів, а відповідно, забезпечити відмінну працездатність і практичне використання на будь-яких підприємствах.

Дане ІТ-рішення, є ідеальним варіантом безперервної роботи. Потужність і надійність пристрою забезпечуються за рахунок резервації компонентів серверного устаткування і їх швидкої «заміни».

Світ технологій щосекунди винаходить що-небудь новеньке. Висока технологічність завжди припускає високі гарантії з боку виробника. Природно, вимоги, до використовуваних ІТ-технологіям, ростуть не щодня, , щогодини. Серверні пристрої в жодному разі не повинні підводити користувачів, навпаки, їхні можливості повинні вдосконалюватися з кожною новою розробкою технологів. Що стосується бізнесу, тут вимоги до серверного устаткування теж надзвичайно високі. Споживач повинен мати можливість повністю покласти на безперервну і якісну роботу серверного устаткування. Інакше, серйозних збоїв у виробництві не уникнути. Для забезпечення 100% гарантії безперебійної роботи системи, одного високотехнологічного сервера недостатньо. Буде потрібно цілий комплекс серверних пристроїв, що дозволяють підтримувати високу швидкість і якісність роботи серверної системи. Всім перерахованим вище вимогам відповідає нова розробка ІТ-технологів. Це незрівнянний географічно розподілений кластер MS SQL. Дану розробку виробники постачили міцною базою – потужним сучасним сервером IBM X3850 X5 і надійною системою зберігання даних IBM System Storage. Надійність і гарантія схоронності Вашої

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

інформації підтверджується тим, що виробник даної бази – перевірена серія DS3500. Високий рівень масштабованості й продуктивності серверного устаткування X3850 X5 цілком здатний забезпечити безпеку і якісну роботу серверів навіть на дуже великих і серйозних підприємствах. Впровадження такого, по істині, вірного IT-рішення, як база зберігання даних DS3500, дарує можливість зменшення вартості побудови географічно розподіленого кластера. Це дуже практично й зручно. Також з'явилася унікальна можливість створення дзеркал розділів диска, що також помітно спрощує роботу серверної бази.

Нове IT-рішення пропонує комплексне використання двох серверів X3850 X5 і двох систем зберігання із серії DS3500. До даної серверної комплектації, для досягнення більше продуктивності, можна підключати модулі розширення. Наприклад, такий високотехнологічний модуль, як EXP3512 має унікальну здатність підтримувати до 12 дисків 3,5” у стійці 2U, а такий модуль, як EXP3524 може підтримувати 24 диска 3,5”.

Консолідація масштабної IT-інфраструктури із блейд-системою IBM BladeCenter H

Компанія IBM, будучи одним з найбільших постачальників серверного устаткування й технічних рішень для IT сфери, надає оптимальні рішення для консолідації масштабної цифрової інфраструктури. Будучи одним з лідерів на ринку серверного устаткування, IBM пропонує своїм клієнтам тільки продумане, оптимізоване й надійне устаткування для IT-рішень.

Шасі IBM BladeCenter H має висоту 9U, дає можливість інтегрування різних необхідних потужностей для забезпечення стабільної роботи при призначених навантаженнях. 14 відсіків для blade-серверів дозволяють використовувати устаткування стандартної архітектури на базі процесорів Intel і AMD, а також сервери сімейства IBM Power і Cell. Значно спрощена схема розгортання й керування роботою сервера, у сполученні із широкими можливостями віртуалізації, дозволяють використовувати дане устаткування максимально ефективно.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Консолідація інфраструктури на базі IBM BladeCenter H також дозволяє істотно полегшити керування системами зберігання даних і комутаційних модулів. Одним із самих практичних достоїнств IBM BladeCenter H стала можливість радикально зменшити кількість монтуємих кабелів, конструкція блейд-шасі IBM BladeCenter H у порівнянні із серверами стандартної конструкції дозволяє зменшити довжина й кількість необхідних кабелів в 5 разів.

Сучасні рішення для ІТ-сфери повинні відповідати певним вимогам по консолідації інфраструктури, забезпеченню необхідної ефективності пропонуваніх серверних рішень, економічності й простоті обслуговування й керування системами. Серверні рішення на базі IBM BladeCenter, завдяки оптимальному й спрощеному керуванню й конструкції устаткування дозволяє максимально ефективно використовувати розташовувані потужності й відповідати вимогам цільових навантажень.

Блейд-сервери IBM HS22 розташовуються у вісьмох слотах BladeCenter H, вони забезпечують безперебійну обробку інформації інфраструктурних серверів і терміналів, а також дозволяють здійснювати контроль резервного копіювання даних. Сервери HS22 установлені в BladeCenter H, також можуть здійснювати контроль серверів застосунків, обертку файлів, антивірусних програм і програм забезпечення безпеки доступу до даних. Одне із серверів-лез HS22 служить резервним цілям, для стабільної роботи при пікових навантаженнях на серверному устаткуванні.

Здійснення принципу консолідації ІТ-інфраструктури доповнюється можливістю установки стрічкових бібліотек IBM TS3200, також блейд-серверів IBM NX5, одного з найефективніших і продуктивних рішень для серверів баз даних. При відсутності особливої необхідності, два слота серверів-леза IBM NX5 можуть займати й блейд-сервери HS22, тим більше, що конструкція блейд-шасі дозволяє істотно розширювати можливості блейд-системи BladeCenter H за допомогою ще 3 додаткових вільних слотів.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

До складу консолідованої інфраструктури на базі IBM BladeCenter H входять: шасі IBM BladeCenter H; 6 лез IBM HS22, що виконують функції термінальних і інфраструктурних серверів, серверів застосунків, і здійснюючу систему документообігу; 2 леза IBM HX5 або IBM HS22, що виконують функції серверів БД; 2 сервери IBM HS22 для керування резервним копіюванням і ПЗ безпеці; сервер “гарячої” підміни Hot Spare IBM HS22, а також стрічкова бібліотека IBM TS3200.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Python – високорівнева мова програмування, яку називають другою за популярністю в світі. Її використовують для розробки вебзастосунків, програмного забезпечення, машинного навчання. Python застосовують для вирішення робочих завдань у компаніях Google, Instagram, Facebook, IBM, NASA, Dropbox, Netflix та інших. Розробники цінують цю мову програмування за простоту у вивченні, ефективність та мультиплатформність.

Python – скриптова мова програмування з досить простим синтаксисом. Для розуміння достатньо порівняти принципи написання найпростішої програми, яка виводить на екран текстове повідомлення. Саме тому мова програмування Python більш доступна для новачків, а професіонали встигли адаптувати її для вирішення великої кількості завдань. Це мультиплатформне рішення, тому знання Python дає можливість працювати у різних сферах: від розробки мобільних застосунків до ігрової індустрії та штучного інтелекту.

У мови програмування динамічна типізація: є можливість передавати до функцій будь-який тип даних без попереднього вказання. Інтерпретованість дозволяє знаходити помилки у коді ще до повної збірки у робочий застосунок. При цьому Python дуже чітко дає зрозуміти, де та через що виникла помилка.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Це мова об'єктноорієнтованого програмування (ООП). Програмне забезпечення на Python оформлене у вигляді моделей, які можуть бути зібраними у пакети. Тип та структуру кожного об'єкта можна запитати під час виконання програми. Для кожного з об'єктів можна отримати всю інформацію щодо його внутрішньої структури. Окрім того:

- у мови логічний синтаксис, завдяки чому вихідний код легко читати та розуміти;
- гнучкість та масштабованість Python дозволяє адаптувати високорівневу логіку та розширяти складні застосунки, як тільки виникне така необхідність;
- розробка на Python у більшості випадків проходить швидше, ніж на інших мовах програмування;
- Python – інтерпретована мова програмування. Це значить, що код можна написати у будь-якому текстовому файлі на будь-якій платформі, і потім успішно запустити;
- у Python – колосальна спільнота однодумців. Тож будь-які складнощі конкретних розробників вирішуються колективно.

Проте є декілька особливостей, які можна віднести до недоліків. Це повільність (ця мова програмування хоч і універсальна, проте повільніша за інші), велика кількість ресурсів, необхідних для роботи та «прив'язаність» до системних бібліотек.

Мова програмування Python використовується у наступних сферах:

1. Розробка програмних застосунків будь-якого напрямку.
2. Розробка серверної частини мобільних застосунків (найпопулярніший напрямок).
3. Ігри. Багато сучасних ігор для комп'ютерів (наприклад, World of Tanks) частково чи повністю написані на Python.
4. Вбудовані системи для різних пристроїв. Дуже часто Python використовують для написання внутрішніх платформ управління банкоматами.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

5. Скрипти та плагіни до уже реалізованих програм для автоматизації процесів чи створення інших рішень.

6. Тестування (автоматизація цього процесу).

7. Машинне навчання. – основна мова для написання алгоритмів і аналітичних застосунків у сфері Machine Learning.

Бібліотеки Python

Різні бібліотеки Python використовують для виконання конкретних завдань. Наприклад, Matplotlib підходить для відображення даних у двовимірній та тривимірній графіці. Pandas підходить для зручної роботи з даними. NumPy дозволяє створювати масиви та керувати ними. Requests використовується для веброзробки. OpenCV-Python відкриває можливості для обробки зображень з метою оптимізації систем «машинного зору».

Найвідоміші фреймворки для мови програмування Python

Фреймворки Python допомагають створити зручне та функціональне середовище для розробки. У них міститься набір інструментів, модулів та бібліотек, корисних для виконання конкретних завдань. Це значно полегшує роботу: наприклад, дає змогу не витратити час на розписування дій, які повторюються, а використати релевантний інструмент. Тож є можливість позбутися рутинних процесів та сконцентруватися на логіці проєкту.

Серед найпопулярніших фреймворків для Python:

– Django – найстаріший та найвідоміший. Створений для реалізації великих інтерактивних проєктів;

– Pyramid – зручний у налаштуваннях, і дає можливість реалізувати складні нестандартні ідеї;

– Web2py – підходить в першу чергу для вебзастосунків і може використовуватись на будь-яких архітектурах.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускні кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Напевно всі чули про ЦОД і Tier, деякі знають, що є якісь рівні цих самих Tier і начебто б все це пов'язане із серверами + відповідає за стабільність, безпеку і якість роботи них, але далеко не все відомо докладно, зрозуміло, детально й усім.

ЦОД

Давайте для початку визначимося з поняттям ЦОДу, що ми дорівнюємо до поняття дата-центрів.

Якщо говорити просто, то дата-центр, – це не що інше, як спеціалізоване будинок для розміщення серверного й мережного устаткування з наступним підключенням до нього клієнтів (не завжди).

У свою чергу сервера займаються обробкою, зберіганням і іншим родом взаємодіями з даними.

ЦОД у комплексі, – і сервера зокрема, – можуть мати різні цілі, хоча й у більшості випадків здається, що вони являють собою платформу для розміщення хостингу, що не завжди справедливо. Точності заради варто сказати, що якусь частку займають дата-центри обслуговуючі платформи для майнингу або просто серверні парки в них, що займаються обрахуванням критично важливих, з погляду, найчастіше, інфраструктури, даних.

Вважається, що центри обслуговування й зберігання даних орієнтовані здебільшого на корпоративних клієнтів і нехай в абсолютних цифрах це близько до реальності, – ЦОД так само обслуговує й приватних клієнтів. Найпростішим прикладом останніх може служити розміщення свого сервера/серверів у стійці за певну плату, що по суті є орендою місця, або цілком орендою фізичного сервера.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Тобто стало ще більш життєво необхідно не просто забезпечувати постійну роботу, але й робити її ефективною (тепловідведення, енергоспоживання), швидкої й підтримувати постійний зв'язок із зовнішнім миром за рахунок магістральних і супутніх каналів.

Як Ви вже зрозуміли, дата-центр, – це спеціалізовані приміщення. Точніше, – це спеціалізований будинок із приміщеннями. Точніше, – це спеціалізована територія з усіма необхідними комунікаціями + інфраструктурою + приміщеннями, здатна не просто вмістити (зберігати) у себе всі ті сервера, мережі й інше устаткування, але й забезпечувати вище заявлені цілі, а особливо вже кілька разів згаданий uptime.

Логічним образом дата-центри вимагають більших витрат, як на етапі будівництва, так і в процесі обслуговування, але не тільки (і не стільки) фінансових, скільки логістичних на всіх рівнях, а також, що природно, відповідності стандартам, суворий мінімум яких представляє із себе наступний список:

- TIA-942 – Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers.
- TIA-568-C – Telecommunications cabling standards, used by nearly all voice, video and data networks.
- TIA-569-B – Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces.
- TIA-607-B – Commercial grounding – earthing – standards.
- TIA-598-C – Fiber optic color-coding).
- TIA-222-G – Structural Standard for Antenna Supporting Structures and Antennas.
- TIA-602-A – Data Transmission Systems and Equipment, which standardized the common basic Hayes command set.
- TIA-102 – Land Mobile Communications for Public Safety (APCO/P25).

Самі стандарти пов'язані з компанією Telecommunications Industry Association, що у свою чергу займається їхнім формуванням і перевіркою.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

ДЦ (дата-центр), якщо брати його не як будинок/приміщення, а територію й говорити узагальнено, складається з:

- Інформаційної інфраструктури, – сервера, комп'ютери й ін;
- Телекомунікаційної інфраструктури, – взаємозв'язок, мережі й комунікації;
- Інженерної інфраструктури, – умовно говорячи, все інше, тобто кондиціонери, безперебійники, протипожежна сигналізація й т.п., тобто “обв'язкове”, що потрібно для нормального функціонування.

А от тепер, коли ми поговорили з Вами про загальне поняття й визначення, про подання й стандарти, відповідності, уміст та інше, а так само мало-мало торкнулися історії, тобто зміст поговорити й про другу частину, – класифікації. Вона ж Tier.

Tier

Tier , як не дивно, не є аббревіатурою й умовно говорячи вважається “рівнем”. Загалом кажучи, – його коштувало б назвати стандартом, відповідно до якого класифікується той або інший дата-центр, але в стандарт входять підстандарт, кожний з яких визначає... Ні, не так.

Скоріше отут буде доречно, як уже я намагався застосувати метафору вище, – це зірочка як у готелів. Більше зірочок, – вище якість по всіх параметрах, що в ці зірочки входять. Живлення, охорона, збирання, от це от все.

Разом, центри обробки даних (ЦОД) розподіляються по 4 категоріям – Tier 1, Tier 2, Tier 3 і Tier 4 (Tier 4 – найвища категорія).

Прийнято вважати, що 4-ої немає в природі, але поступово по ній починають сертифікувати й упор там здебільшого орієнтований на місце розташування в просторі (глобально й локально) з метою, зокрема, захисту від природних катаклізмів.

Самі центри діляться по розмірах, надійності й призначенню:

- По розмірах, – бувають модульні, більші, маленькі, середні й контейнерні. У загальному й цілому нічого особливого, крім перших і останніх;

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

більше й обоє вони Tier 3(з різними каналами назовні, але парними між один одним). Варто розуміти, що сертифікація рівня Tier привласнюється в три етапи:

- Розробка документації на будівлю ЦОДу.
- Будівництво.
- Обслуговування.

Потрібно умудритися одержати сертифікацію на всіх етапах, особливо на другому й останньому.

Tier 5

Tier 5 – назва розробленого компанією Switch пропріетарного стандарту, про який було оголошено влітку 2017 року.

Основною сферою діяльності Switch, штаб-квартира якої перебуває в Лас-Вегасе, є проектування, будівництво й експлуатація великих сучасних центрів обробки даних, наприклад SuperNAP 8 із сертифікацією Tier IV, а також надання послуг з розміщення устаткування на базі власних ЦОД (collocation).

Для оцінки надійності інфраструктури ЦОД фахівці Switch вирішили використовувати набагато більше критеріїв і показників, чим це передбачено в стандартах, створених на основі запропонованої The Uptime Institute методології Tier.

Розроблювачі методології The Uptime Institute, багато хто з яких уже не є співробітниками цієї організації, пояснюють, що спочатку стандарти були орієнтовані на використання в корпоративних центрах обробки даних, але тепер технологічні можливості сучасних ЦОД, у тому числі сервіси, що надає, оренди площ і непохитно-місць, помітно зросли, що, у свою чергу, стимулює розширення області дії інфраструктурних стандартів. Деякі із цих фахівців взяли участь у створенні стандарту компанії Switch.

Tier 5, як затверджують його розроблювачі, не тільки вводить критерії відказостійкості й надмірності, властивим іншим системам оцінок інфраструктури центрів обробки даних, але й містить більше трьох десятків додаткових параметрів.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Стандарт передбачає, наприклад, можливість використання в ЦОД тільки поновлюваних джерел енергії й описує способи досягнення довгострокової стабільності заснованих на них енергосистем, а крім того, висуває вимоги до розміщення ліній системи охолодження в машинних залах, числу доступних комунікацій і операторів зв'язку, наявності засобів фізичної й мережної безпеки, обліку регіональних ризиків.

Розходження у вимогах до інфраструктурних систем ЦОД, що відповідають специфікаціям Tier IV по класифікації The Uptime Institute і виконаним відповідно до норм пропрієтарного стандарту Switch Tier 5, можна знайти на сайті компанії.

Tier 5 містить безліч вимог, які в Tier IV відсутні. Серед них наступні: центр обробки даних може експлуатуватися протягом необмеженого часу без підведення води, кожний із променів живлення залишається підключеним при обслуговуванні як мінімум 90% часу, зв'язок для площадки забезпечують не менш 10 операторів зв'язку, клієнтам надається послуга із протидії DDo, кожна стійка захищена й т.д.

Розробку власного стандарту Tier 5 компанія Switch розглядає як перший крок на шляху створення незалежного некомерційного фонду Data Center Standards Foundation, покликаного контролювати використання операторами ЦОД стандарту Tier 5 і запобігати некоректній сертифікації ЦОД їхніми власниками. Місія нового фонду, як неї представляють в Switch, повинна полягати в підвищенні вірогідності оцінок можливостей центрів обробки даних і сприяти підвищенню прозорості всієї галузі ЦОД. На думку співробітників Switch, фонд зможе забезпечити реалізацію недорогої програми сертифікації корпоративних і комерційних центрів обробки даних.

Однак Switch, як будь-яка приватна компанія, керується насамперед інтересами власного бізнесу. Тому ще неясно, як методологія оцінки ЦОД, запропонована в стандарті Tier 5, буде сприйнята галуззю й чи захочуть її застосовувати інші гравці ринку ЦОД.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Індикатор продуктивності

В асоціації Green Grid розробили новий показник, що характеризує стан інфраструктури охолодження центрів обробки даних, що одержав назву індикатор продуктивності (Performance Indicator, PI).

Він формується на основі трьох компонентів, що дозволяють оцінити, як проохолоджується ІТ-Устаткування в штатному режимі роботи інженерної інфраструктури, у процесі її технічного обслуговування, а також при виникненні збоїв і відмов.

PUEr (PUE ratio), відносна енергоефективність, показує, наскільки витрата електроенергії в ЦОД відповідає цільовому значенню PUE.

Green Grid запропонувала використовувати сім діапазонів значень PUE: від А (1,15-1,00) до G (4,20-3,20). PUEr, у свою чергу, обчислюється як відношення реального і бажаного показника PUE, наприклад, якщо $PUE = 1,5$, а його цільове значення – верхня границя сектора С, то:

$$PUEr(C) = 1,35:1,5 \times 100\% = 90\%.$$

IT thermal conformance, теплова відповідність ІТ, визначає обмірювану у відсотках частку ІТ-устаткування, що працює в температурних діапазонах, що рекомендуються американським суспільством ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).

IT thermal resilience, теплова стійкість ІТ, установлює процентну частку ІТ-устаткування, що функціонує в температурних режимах, рекомендованих ASHRAE, після відключення надлишкових пристроїв охолодження через їхню несправність або планове технічне обслуговування, тобто характеризує ризики перегріву устаткування при зміні проектних конфігурацій 2N або N+1.

Візуалізація цих показників, представлена на діаграмі Green Grid, унаочнює їхній взаємозв'язок, дозволяючи оцінити вплив змін, за допомогою яких оптимізуються теплова продуктивність і енергоефективність ЦОД.

Для визначення PI асоціація Green Grid запропонувала чотири рівні вимірів.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

– Базовий, Level 1, передбачає вимір температури в стійках, а рівень Level 2 – більше докладні виміри в кожному сервері.

– Рівні Level 3 і Level 4 додають до всьому цьому застосування методів обчислювальної аеродинаміки й моделювання повітряних потоків, що дозволяє прогнозувати майбутні стани інфраструктури й особливості її поведінки при внесенні різних змін.

Індикатор продуктивності, таким чином, надає можливість оцінити й спрогнозувати вплив передбачуваних змін в інженерній інфраструктурі до їхнього реального впровадження, допомагає вибрати конфігурації, що забезпечують найкращу комбінацію параметрів ефективності, стійкості й відповідності температурним режимам.

Розроблювачі РІ вважають, що тепер власники й оператори центрів обробки даних можуть більш усвідомлено підходити до вибору параметрів інфраструктури, оптимізуючи ефективність охолодження.

3.2 Розробка структурної схеми

WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability

В 2016 році асоціація Green Grid Association запропонувала відкритий стандарт готовності ЦОД (Open Standard for Data Center Availability, OSDA). Асоціація являє собою відкритий галузевий консорціум, основна мета якого – удосконалювання ІТ-рішень і підвищення ефективності інженерної інфраструктури центрів обробки даних. Він поєднує кінцевих користувачів галузі інформаційних і комунікаційних технологій, директивні органи, постачальників технологічних рішень, проектувальників ЦОД, а також підприємства, які постачають необхідними ресурсами центри обробки даних.

До складу Green Grid входять більше 60 організацій, включаючи такі відомі компанії, як Cisco, Schneider Electric, AMD, Dell, IBM, Intel, Interxion. Саме ця асоціація запропонувала настільки популярний сьогодні показник

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

енергоефективності ЦОД (Power Usage Effectiveness, PUE) і коефіцієнт ефективності інфраструктури ЦОД (Data Center Infrastructure Efficiency, DCIE). Тепер одним з її проектів стала розробка стандарту OSDA.

Як затверджують його розроблювачі, OSDA покликаний удосконалити методики визначення доступності центрів обробки даних, а також поліпшити порівняльні оцінки різних ЦОД у такий же спосіб, як показник PUE спростив порівняння їх енергоефективності.

Створюваний стандарт є відкритим, оскільки не виражає інтересів якої-небудь конкретної організації, підтримується численними членами Green Grid і буде служити документом, добровільно прийнятим учасниками ринку ЦОД. OSDA, на думку членів асоціації Green Grid, повинен стати таким же загальноживим – і при цьому непропрієтарним – галузевим стандартом, як і стандарти The Uptime Institute і ANSI/TIA 942-A.

Регламентована ним процедура класифікації надійності інфраструктури ЦОД теж заснована на чотирьох рівнях:

- базовому;
- базовому з резервуванням;
- що забезпечує працездатність у процесі ремонтних і профілактичних робіт;
- повністю відказостійкому.

У той же час стандарт OSDA дозволяє застосовувати в центрах обробки даних кілька технологій і рішень, які в раніше випущених стандартах відсутні. Він дозволяє використовувати як основні джерела електропостачання ЦОД об'єкти альтернативної енергетики, у тому числі сонячні батареї, ветроелектричні установки, паливні елементи, приливні електростанції, а також допускає впровадження інноваційних рішень при проектуванні підстанцій, якщо вони будуть відповідати тим же вимогам, що й сучасні комплекси енергетики ЦОД.

Крім того, для забезпечення резервування ЦОД стандарт дозволяє застосовувати не тільки методи підвищення відказостійкості комплексів

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

енергопостачання й охолодження, але й функціональність мережі розподілених центрів даних. Саме так надходить, наприклад, компанія Google.

Нарешті, розроблювачі OSDA почали спробу вирішити проблему «рівня+», надаючи можливість уточненої класифікації тих ЦОД, де застосовувані рішення для забезпечення доступності виходять за межі конкретного Tier, але недостатні для того, щоб одержати сертифікацію наступного рівня. Інакше кажучи, вони намагаються усунути відсутність гнучкості у вимогах до сертифікації The Uptime Institute, що викликає сьогодні найбільшу критику на ринку ЦОД.

Втім, в Uptime уже додали до своїх чотирьох рівням «металеві» сертифікати: золотий, срібний і бронзовий, – але вони характеризують в основному успішність операційної практики ЦОД.

У грудні 2016 року Green Grid опублікувала внутрішній документ «WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability», де викладені основні принципи нового стандарту. Безкоштовно він доступний тільки членам Асоціації, інші учасники ринку можуть одержати його на комерційній основі. Проте WP#71 – перший етап на шляху визнання нового стандарту, думають в Green Grid.

Green Grid – добровільна організація, тому, як вважають експерти, впровадження OSDA, необхідне для надання реальних послуг сертифікації на основі цього стандарту, може зажадати досить тривалого часу.

Енергоефективність центрів обробки даних у сполученні зі стійкими енергетичними ресурсами є однією із ключових тем нашого часу. Для ІТ-галузі це знайшло відбиття в тенденції «зелених ІТ», що стала популярною кілька років назад.

Енергоспоживання всіх комерційних дата-центрів у Франкфурті недавно обігнало енергоспоживання аеропорту Франкфурта.

Кількість зібраних і оброблених даних згодом експоненційно росте, і разом із цим збільшується й потреба в енергії центрів обробки даних, у яких всі

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

дані зберігаються й уводяться в роботу. Енергоспоживання всіх комерційних дата-центрів у Франкфурті недавно обігнало енергоспоживання аеропорту Франкфурта. Всі західноєвропейські центри обробки даних разом використовували приблизно таку ж кількість енергії в 2019 році, що й дванадцять великих електростанцій. У той же час цифрова індустрія, що швидко розвивається, демонструє безперервний ріст центрів обробки даних із супутньою проблемою скорочення викидів вуглецю.

Лідери в цій галузі відповіли на цю проблему й придумали численні технічні інновації для забезпечення стійкості й ефективності центра обробки даних. Сонячна енергія, паливні елементи, охолодження морської води, використання водоносних обріїв, рідинне охолодження й інші безперервні розробки підтримують рух зелених центрів обробки даних.

Сучасні системи класифікації центрів обробки даних, такі як BICSI 002, класифікація Tier Uptime Institute і TIA 942, розроблені в попередню епоху, створили надійну базу для вказівки доступності центрів обробки даних. Всі вони, включаючи більше новий стандарт EN50600, описують архітектуру й принципи проектування, засновані на чотирьох рівнях:

- базовий не резервуємий;
- базовий резервуємий;
- обслуговуємий одночасно;
- відказостійкий дизайн центра обробки даних.

Їхній керівний принцип заснований на доступності, але, як правило, не на стійкості. Наприклад, BICSI, TIA 942 і Uptime Institute описують використання ІБЖ і дизельних генераторів як основу для проектування.

Green Grid як організація усвідомила, що прийшов час увести й установити додаткові заходи, щоб відбити потреба у всіх типах проектів доступності центрів обробки даних у сполученні зі здатністю сполучити це зі стійкістю як пріоритет при проектуванні центрів обробки даних.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Керівний принцип більшості сучасних систем класифікації центрів обробки даних заснований на доступності, але, як правило, не на стійкості. OSDA прагне змінити це.

OSDA (Відкритий стандарт доступності центру обробки даних) – це відкрита робоча група, очолювана галузевими експертами. Ціль OSDA полягає в тому, щоб створити відкриту структуру для галузі, що враховує альтернативні й стійкі джерела енергії, а також може визначати доступність центрів обробки даних таких конструкцій. OSDA на високому рівні складається із трьох основних частин: джерела енергії, концепції проектування об'єкта й концепції ІТ-архітектури.

OSDA визнає різні елементи цих трьох складових, розподіляючи бали по кожному елементі й обчислюючи загальну кількість балів – створюючи оцінку для індивідуальної архітектури центра обробки даних. Ця загальна сума зробить результат порівняним із традиційними чотирма категоріями базових не надлишкових, базових надлишкових, одночасних підтримуваних і відказостійких, з яких OSDA також указала на доступність. Цей стандарт надає проектам волю включати вимоги стійкості, але в той же час не піддавати ризику доступність.

Структура OSDA надає проектувальникам волю включати вимоги стійкості, але в той же час не піддавати ризику доступність.

Наприклад, Європа ретельно працює над створенням супермережі, що зв'язана з багатьма видами стійких енергоресурсів, і центри обробки даних будуть покладатися на використання таких енергоресурсів. Більша частина цієї мережі буде побудована в кільцях, які в значній мірі відказостійки. Сітка 110 кВ, наприклад, побудована як сітка. Тепер, якщо електричне проектування центра обробки даних виграє від такого підключення до мережі з високою доступністю, це може привести до експлуатаційної доступності на 99,999% – тоді як відповідно до сучасних стандартів, такий сайт упаде нижче базового рівня без резервування.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Математика OSDA опирається на імовірнісні обчислення послідовних / паралельних конфігурацій компонентів для визначення «чотирьох рівнів». Він містить у собі засоби для включення майбутніх проектів, які ще не розроблені. IEEE використовувався для довідки для оцінки окремих компонентів, і завжди передбачалася гірша доступність для компонента, оскільки саме всю систему визначає доступність, а не один компонент.

Концептуально система OSDA і рейтингова система призначені для використання на ранніх етапах проектування центра обробки даних і, як такі, для надання допомоги керівництву, операторам і дизайнерам у виборі соціальних, корпоративних, ділових і технічних рішень для проектування. це відповідало б вимогам бізнесу й ґрунтувалося б на енергоефективності й стійкості.

На сьогоднішній день доступний докладний технічний документ про перший випуск фреймворка й базовий інструмент калькулятора для оцінки різних компонентів дизайну й створення загальної оцінки. Green Grid працює з галузевими експертами над подальшим удосконалюванням OSDA і встановленням його як додатковий підхід до класифікації архітектури центрів обробки даних.

Будівництво й проектування ЦОД

Доцільна побудова й проектування ЦОД сприяє зменшенню витрат на інформаційне постачання дата-центрів.

Проекти пунктів обробки даних створюються на основі аналізу співвідношень ризик/користь, ІТ-потреб бізнесу, вивчення даних експертного дослідження й стандартних практик.

Етапи проектування ЦОД

Проектування ЦОД починається з перевірки інформаційних бізнес-послуг компанії, у ході якого вивчаються структура й потоки даних, що беруть участь у формуванні схем логічної взаємодії робочих програм з корпоративною інформацією.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

На основі результатів зробленого моніторингу ІТ-ресурсів і сервісів потрібно здійснити наступні операції:

- створити проект бази даних;
- обчислити обсяги інформаційних потоків;
- обрати вигідні бізнес-застосунки;
- підготувати потрібні програмні продукти.

На наступній стадії обов'язково розробляється сервісна угода й проводиться оцінювання ризиків простою або втрати доступу до ІТ-послуг ЦОД.

У договорах, що регламентують рівень якості послуг передачі й зберігання даних, повинні згадуватися наступні характеристики:

- ступінь продуктивності сервісів;
- ширина діапазону доступності;
- порядки проведення профілактичних операцій;
- період збереження даних в архівах;
- обов'язкові умови резервного копіювання й відновлення даних і послуг;
- стійкість систем до ймовірних змін;
- показники здатності інформаційної системи справлятися зі збільшеннями робочого навантаження.

До договору на надання сервісу додається концепція інформаційної безпеки.

Критерії проектування ЦОД

Проектування ЦОД включає дані аналізу потреб електричного живлення й охолодження.

Із цією метою проводиться технологічна експертиза, що допомагає правильно обчислити передбачувані робочі навантаження, підібрати недороге й ефективне для виконання необхідних завдань устаткування.

У процесі експертизи виявляють характер потреб у кондиціонуючих системах, запасах електричної енергії, вентиляції між проводками штучної підлоги.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Розрахунок електричного живлення, що вимагається для підтримки критичних навантажень і відповідного охолодження, є дуже важливою складовою планування й розвитку інформаційного об'єкта користувача сервісів, що поставляються, дата-центрів.

Проектування ЦОД супроводжується розрахунками вартості на створення схем пунктів обробки даних.

Ключові критерії утворення проектів ЦОД визначаються одноразово для двох головних сфер впровадження:

- технологічної інфраструктури й інформаційних послуг;
- інженерної службової інфраструктури й послуг технічної підтримки.

Визначення відказостійкості здійснюється для підстрахування виходу з ладу інформаційної системи або робочого компонента. Цей показник ураховується при необхідності проведення ремонту, установці запасних елементів устаткування й програмного забезпечення.

Оптимальні показники відказостійкості досягаються за допомогою комбінування апаратних пристроїв і технічних застосунків.

Будівництво центрів обробки даних

Центр обробки даних (ЦОД) – комплекс технічних і організаційних пристосувань, які служать для адміністрування продуктивної й стійкої інформаційної системи.

Іншими словами, цей простір, усередині якого розміщуються спеціальні прилади, що обробляють і зберігають потрібні дані й забезпечують швидке налаштування й підключення до каналів комунікації.

Подібна обчислювальна техніка раніше використовувалася для підтримки безпеки й доступної подачі електроенергії. Але зі швидким розвитком технологічного прогресу стало необхідним впровадження спеціалізованих приміщень, де розміщали сервера.

Уже на початку 21 століття багато закордонних організацій для гарантії ефективного й безперервного бізнесу почали будівництво ЦОД на своїх фірмах.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Така техніка має два головних поділи: корпоративні центри обробки даних і сервісне забезпечення окремих користувачів. Дані структури в компанії можуть займати окреме місце й служити для безперебійного забезпечення доступу до серверів.

ЦОД використовують із метою:

- послуги інформаційного аутсорсингу;
- надання висококласних ІТ-рішень;
- комерційних послуг;
- підтримки функціональних систем.

Дата-центри складаються з інженерної й інформаційної системи.

Особливості будівництва систем ЦОД

Будівництво ЦОД містить у собі створення комплексу взаємозв'язків систем зберігання, безпеці й експлуатації. Такі технології SAN забезпечують рівень безперебійності всіх системних серверів і стовідсоткову схоронність даних. Елементи системи перебувають у тісній взаємодії, що забезпечують центри керування й зв'язку. Такі мережі формують постійний ланцюг безперервного функціонування систем і їхньої здатності до передачі інформації між собою. Базу для таких мереж створюють спеціальні волоконні з'єднання й FC-комутатори. Використання системи SAN припускає можливі зміни в конфігураціях і пошуку нових пристроїв.

Перевагами її є:

- гарна швидкість передачі даних;
- можливість створення резервних центрів;
- утворення віддалених сховищ;
- зручність обслуговування.

Пристосування дають можливість знижувати вартість на зміст систем зберігання. Функціональний режим програми повинен здійснюватися цілодобово з дотриманням прийнятних оптимальних умов і конкретних параметрів середовища.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

3.3 Розробка функціональної схеми

Щоб створена функціональна модель придбала закінчений характер розроблену на попередньому етапі структурну схему, доцільно доповнити функціональною схемою.

При побудові моделі (без апріорної прив'язки до «організації») дало можливість зв'язати її блоки на різних рівнях декомпозиції з об'єктами організаційно-технічної структури, що виступають як механізми. У цьому випадку, і це методично надто важливо, організаційно-технічна структура стає результатом функціонального моделювання. Саме цього вдалося досягти при декомпозиції механізмів впливу на систему керування навантаженням на вузли ЦОД на базі стандарту WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability.

Створена функціональна модель мережі ЦОД на базі стандарту WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability дозволяє вирішити наступні завдання:

- сформулювати наочне візуальне подання взаємодії основних процесів, що відбуваються в мережі ЦОД на базі стандарту WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability;
- зробити чітке визначення ролі системи поліпшення функціонування в загальній системі ЦОД на базі стандарту WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability;
- точно визначити вхідні, вихідні й керуючі впливи на підсистему балансування навантаження, що надалі дозволяє провести аналітичне й імітаційне моделювання інформаційного потоку;
- сценарій балансування навантаження, розроблений у ході виконання бакалаврської роботи, є основою алгоритму імітаційного моделювання.

Функціональна схема розробленої системи зображена на рисунку 3.2.

З рисунку видно, що розроблена система складається з наступних частин:

- Блок розрахунку вектору значень інтегрального критерію оптимізації мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- Блок ініціалізації граничних значень параметрів моделювання мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.
- Блок формування матриці балансування навантаження мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.
- Блок формування матриці транзитних вузлів мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.
- Блок формування сигналів для елементів мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.
- Згенеровані звіти по поточному завантаженню елементів мережі ЦОД на базі стандарту WP#71.



Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Служба розподілу навантаження мережі ЦОД на базі стандарту WP#71 є оптимальним і ефективним рішенням, що забезпечує масштабованість і високу відказостійкість таких додатків як в Інтернеті, так і в інтрамережах.

Служба балансування навантаження мережі ЦОД на базі стандарту WP#71 (БНМ) дозволяє системним адміністраторам створювати кластери, що включають до 32 вузлів, між якими будуть розподілятися вступні від клієнтів запити. При цьому з погляду клієнтів кластер нічим не відрізняється від звичайного сервера; серверні додатки також не вимагають адаптації для роботи в кластері.

Служба БНМ постачена всіма необхідним адміністраторам способами керування, у тому числі можливістю (після уведення пароля) віддалено управляти кластером з будь-якого комп'ютера в мережі. Крім того, адміністратори мають можливість набудувати кластер під спеціальні завдання, управляючи потоком даних на рівні портів. Вузли додаються й виключаються із кластера без припинення обслуговування. Крім того, програмне забезпечення на вузлах кластера можна оновлювати без припинення обробки клієнтських запитів.

Служба БНМ використовує для розподілу навантаження між вузлами повністю розподілений алгоритм. На відміну від рішень на основі диспетчеризації така архітектура забезпечує високу продуктивність і низькі накладні витрати ресурсів на розподіл потоку запитів від клієнтів. Крім того, для цієї архітектури характерна висока відказостійкість (N-1) при числі вузлів N. Всі ці характеристики досягаються без необхідності використовувати спеціальні апаратні або програмні рішення.

Служба БНМ періодично розсилає ритмічні повідомлення, призначені для інформування кожного члена кластера про наявність інших вузлів. Збій будь-якого вузла виявляється протягом п'яти секунд, а відновлення обслуговування клієнтів виконується протягом десяти секунд. Як при відключенні працюючого вузла, так і при додаванні нового вузла в кластер навантаження автоматично й прозоро перерозподіляється між членами кластера. Тести продуктивності демонструють, що використання програмної служби БНМ дає низькі накладні

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

витрати на обробку потоку даних і чудові можливості масштабування продуктивності, обмежені тільки пропускною здатністю підмережі. Служба БНМ демонструє пропускну здатність більше 200 Мбіт/с у реальних рішеннях по обслуговуванню електронної торгівлі з більш ніж 800 млн. запитів протягом дня.

3.4 Розробка діаграми процесів

Розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3. Основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей.

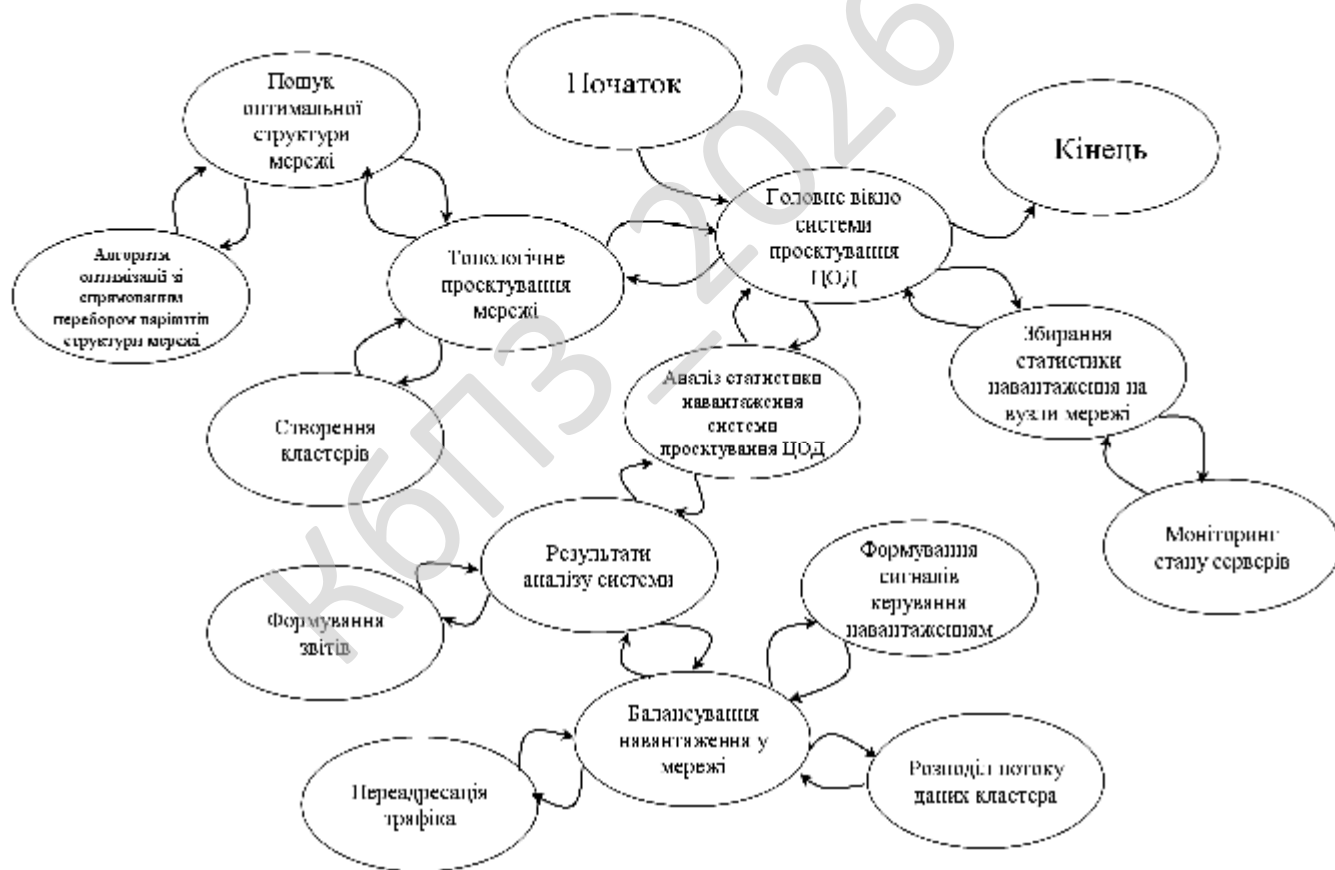


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників. Графічне зображення складу

сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування).

Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи.

Ця діаграма в подальшому підлягає уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

При детальному її розгляді можна побачити як саме проходить взаємодія у розробленій системі.

Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

- Зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Сховища даних (репозиторії).

Таким чином, розглянувши опис системи, структурну, функціональну схеми системи, та діаграму взаємодії процесів перейдемо до опису блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Розглянемо реалізацію бакалаврської дипломної роботи. Були проведені розрахунки і підібрані набори тестових даних для перевірки правильності реалізації проектних рішень.

Було створено блок-схеми роботи системи. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується. Блок-схема це представлення задачі для її аналізу або розв'язування за допомогою спеціальних символів (геометричних образів), які позначають такі елементи, як операції, потік, дані тощо. Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму. У інформаційних технологіях функціональна схема складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції. Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів. Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку на схемі зображають найважливіші блоки системи і зв'язки між ними. У другому варіанті схема відображається більш детально, що полегшує її читання та ілюструє принцип роботи. Основні елементи схем алгоритму це термінатор, процес, рішення, зумовлений процес (підпрограма), дані та з'єднувач. Термінатор це елемент відображає вхід із зовнішнього середовища

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

або вихід з неї (найчастіше застосування – початок і кінець програми). Всередині фігури записується відповідна дія.

Процес це виконання однієї або кількох операцій, обробка даних будь-якого виду (зміна значення даних, форми подання, розташування). Всередині фігури записують безпосередньо самі операції. Рішення це показує рішення або функцію перемикального типу з одним входом і двома або більше альтернативними виходами, з яких тільки один може бути обраний після обчислення умов, визначених всередині цього елемента. Вхід в елемент позначається лінією, що входить зазвичай у верхню вершину елемента. Якщо виходів два чи три то зазвичай кожен вихід позначається лінією, що виходить з решти вершин (бічних і нижній). Якщо виходів більше трьох, то їх слід показувати однією лінією, що виходить з вершини (частіше нижній) елемента, яка потім розгалужується.

Відповідні результати обчислень можуть записуватися поруч з лініями, що відображають ці шляхи. Зумовлений процес (підпрограма) це символ відображає виконання процесу, що складається з однієї або кількох операцій, що визначені в іншому місці програми (у підпрограмі, модулі). Всередині символу записується назва процесу і передані в нього дані. Дані це перетворення у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення). Цей символ не визначає носія даних (для вказівки типу носія даних використовуються специфічні символи). З'єднувач це символ відображає вихід в частину схеми і вхід з іншої частини цієї схеми. Використовується для обриву лінії та продовження її в іншому місці (приклад: поділ блок-схеми, що не поміщається на листі). Відповідні сполучні символи повинні мати одне (при тому унікальне) позначення.

Блок-схеми показують весь процес роботи системи з підсистемами та частково доказують правильність вибраних проектних рішень. Тому від точності і детальної блок-схеми залежить результат всієї програми.

При виборі початкової точки відліку при побудові схем було враховано, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

буде об'єктно-орієнтована що вимагає високого рівня декомпозиції задач на класи.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підсистеми та останньої стадії – перевірка поточного стану з завершенням роботи розробленого ПЗ. При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

Було використано підходи з використанням UML, це уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування. Є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розробки програмного забезпечення. UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, називаної UML-моделлю. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем. UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація.

Було розроблено діаграму діяльності (діаграми поведінки типу). Діаграма діяльності. Це візуальне представлення графу діяльностей. Граф діяльностей є різновидом графу станів скінченного автомату, вершинами якого є певні дії, а переходи відбуваються по завершенню дій. Дія є фундаментальною одиницею визначення поведінки в специфікації. Дія отримує множину вхідних сигналів, та перетворює їх на множину вихідних сигналів.

Одна із цих множин, або обидві водночас, можуть бути порожніми. Виконання дії відповідає виконанню окремої дії. Подібно до цього, виконання діяльності є виконанням окремої діяльності, буквально, включно із виконанням

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

тих дій, що містяться в діяльності. Кожна дія в діяльності може виконуватись один, два, або більше разів під час одного виконання діяльності. Щонайменше, дії мають отримувати дані, перетворювати їх та тестувати, деякі дії можуть вимагати певної послідовності.

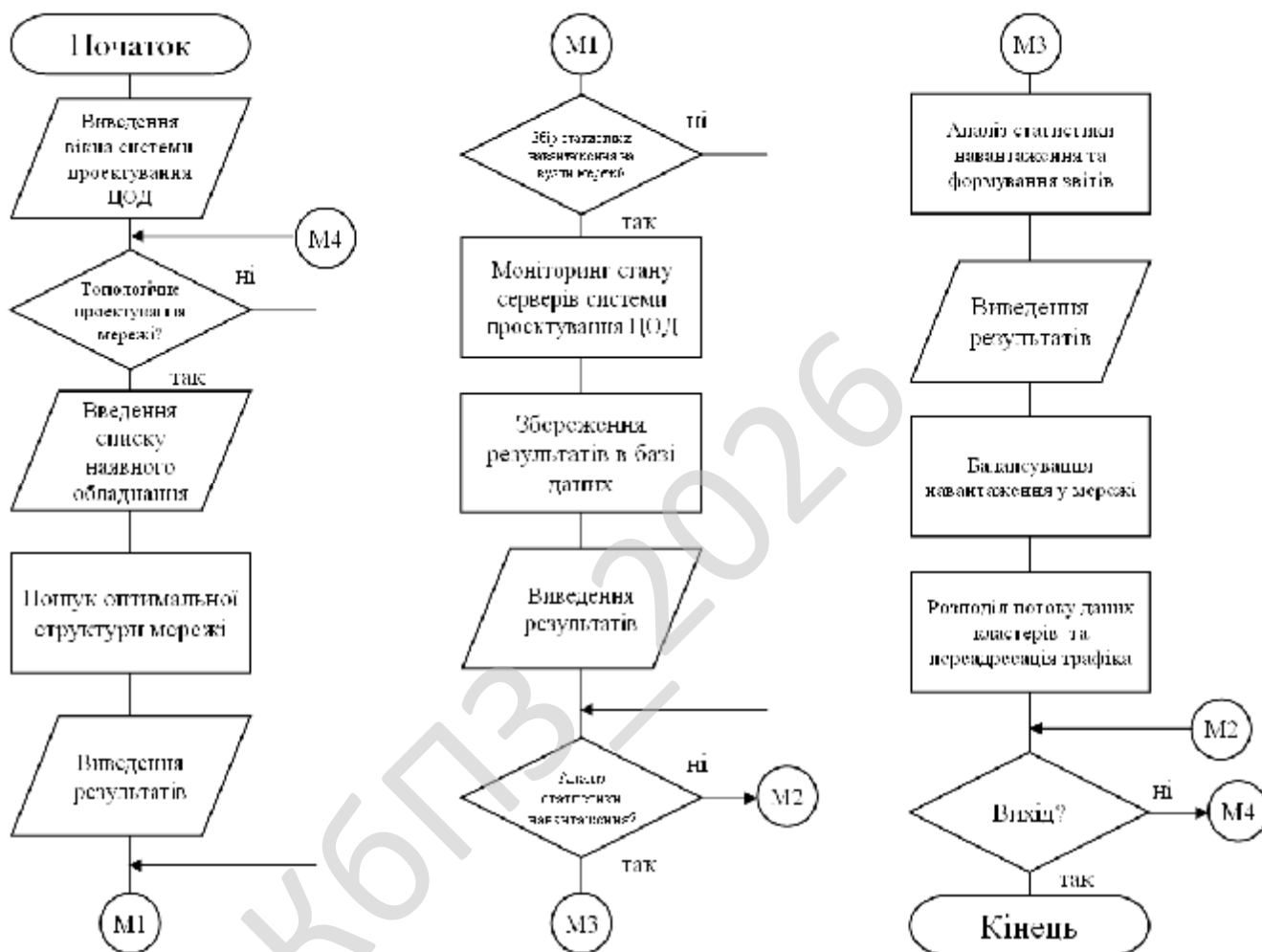


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

Специфікація діяльності (на вищих рівнях сумісності) може дозволяти виконання декількох (логічних) потоків, та існування механізмів синхронізації для гарантування виконання дій у правильному порядку.

Розглянемо визначення API. Це прикладний програмний інтерфейс (Application Programming Interface, API) – набір визначень підпрограм, протоколів взаємодії та засобів для створення програмного забезпечення.

Спрощено – це набір чітко визначених методів для взаємодії різних компонентів. API надає розробнику засоби для швидкої розробки програмного забезпечення. API може бути для веб-базованих систем, операційних систем, баз даних, апаратного забезпечення, програмних бібліотек.

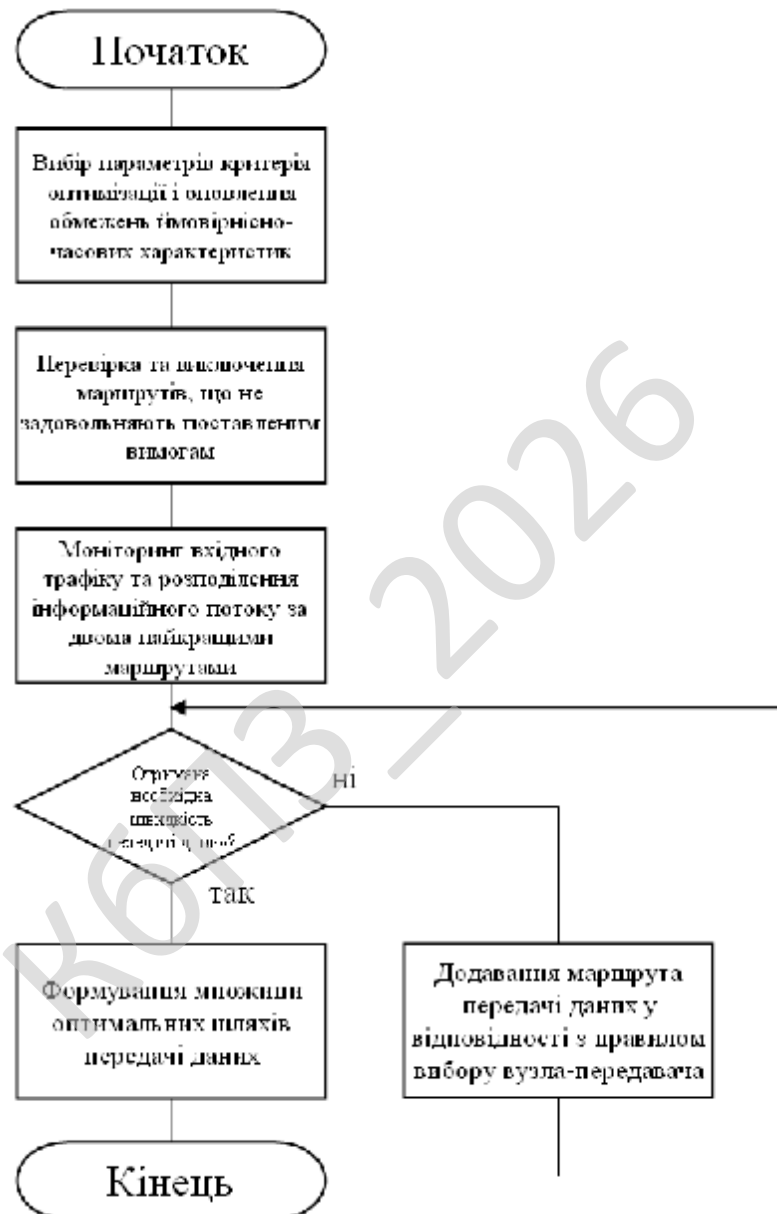


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

Одним з найпоширеніших призначень API є надання набору широко використовуваних функцій, наприклад для малювання вікна чи іконок на екрані.

API є абстрактним поняттям – програмне забезпечення, що пропонує деякий API, часто називають реалізацією (implementation) даного API. У багатьох випадках API є частиною набору розробки програмного забезпечення, водночас, набір розробки може включати як API, так і інші інструменти/апаратне забезпечення, отже ці два терміни не є взаємозамінювані.

Високорівневі API часто програють у гнучкості. Виконання деяких функцій нижчого рівня стає набагато складнішим, або навіть неможливим.

В об'єктно-орієнтованих мовах, прикладний програмний інтерфейс зазвичай включає в себе опис набору визначень класу, з набором форм поведінки, пов'язаних з цими класами. Це абстрактне поняття пов'язане з реальними функціями, які надані або надаватимуться, класами, які реалізуються в методах класу.

Прикладний програмний інтерфейс в даному випадку можна розглядати як сукупність всіх методів, які публічно доступні в класах (зазвичай званий інтерфейс класу). Це означає, що прикладний програмний інтерфейс вказує методи, за допомогою яких взаємодіє з об'єктами, отриманими з визначень класів і обробляє їх.

У більш загальному плані можна визначити Прикладний Програмний Інтерфейс як сукупність усіх видів об'єктів, які можна вивести з визначення класу, і пов'язаних з ними можливих варіантів поведінки.

Наприклад: клас, що представляє Stack, може просто виставити публічно два методи Push() (для додавання нового елемента в стек) і Pop() (для вилучення останнього пункту, ідеально розташований на вершині стека).

У цьому випадку Прикладний Програмний Інтерфейс може бути інтерпретованим як два методи pop() і push(), або, більш широко, використовується варіант, коли можна використовувати елемент типу Stack, який реалізує поведінку стека, надаючи йому можливість для додавання / видалення елементів з вершини. Друга інтерпретація видається більш доречною в дусі об'єктно-орієнтованого підходу.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

У цьому випадку віртуальна машина дозволяє мові взаємодії завдяки спільному знаменнику віртуальної машини, що абстрагується від конкретної мови, використовувати проміжний байт-код і його мову.

При використанні прикладного програмного інтерфейсу в контексті веб-розробки, як правило, ППП визначається набором повідомлень запиту HTTP, також визначається структура повідомлень-відповідей, зазвичай у розширенні мови розмітки XML або в форматі об'єктного запису JavaScript (JSON). У той час як прикладний програмний інтерфейс у Web історично був практично синонімом для веб-служби, останнім часом тенденція змінилась (так званий Web 2.0) на відхід від Simple Object Access Protocol (SOAP) на основі веб-сервісів і сервіс-орієнтованої архітектури (SOA) на більш прямі передачі репрезентативного стану (REST) стилів веб-ресурсів та ресурсів-орієнтованої архітектури (ROA).

Частина цієї тенденції пов'язана з рухом Семантичного веб-ресурсу до Опису Платформ (RDF), Концепції розвитку веб-технологій інженерних онтологій. Прикладні програмні інтерфейси у Web, що дозволяють комбінувати декількома прикладними програмними інтерфейсами в нові додатки називають гібридними.

Архітектура клієнт-сервер є одним із архітектурних шаблонів програмного забезпечення та є домінуючою концепцією у створенні розподілених мережних програм і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Вона передбачає такі основні компоненти:

- набір серверів, які надають інформацію або інші послуги програмам, які звертаються до них;
- набір клієнтів, які використовують сервіси, що надаються серверами;
- мережа, яка забезпечує взаємодію між клієнтами та серверами.

Сервери є незалежними один від одного. Клієнти також функціонують паралельно і незалежно один від одного. Немає жорсткої прив'язки клієнтів до серверів. Більш ніж типовою є ситуація, коли один сервер одночасно обробляє запити від різних клієнтів; з іншого боку, клієнт може звертатися то до одного

сервера, то до іншого. Клієнти мають знати про доступні сервери, але можуть не мати жодного уявлення про існування інших клієнтів.

Дуже важливо ясно уявляти, хто або що розглядається як «клієнт». Можна говорити про клієнтський комп'ютер, з якого відбувається звернення до інших комп'ютерів. Можна говорити про клієнтське та серверне програмне забезпечення. Нарешті, можна говорити про людей, які бажають за допомогою відповідного програмного та апаратного забезпечення отримати доступ до тієї чи іншої інформації.

Загальноприйнятим є положення, що клієнти та сервери – це перш за все програмні модулі. Найчастіше вони знаходяться на різних комп'ютерах, але бувають ситуації, коли обидві програми – і клієнтська, і серверна, фізично розміщуються на одній машині; в такій ситуації сервер часто називається локальним.

Модель клієнт-серверної взаємодії визначається перш за все розподілом обов'язків між клієнтом та сервером. Логічно можна відокремити три рівні операцій:

- рівень представлення даних, який по суті являє собою інтерфейс користувача і відповідає за представлення даних користувачеві і введення від нього керуючих команд;
- прикладний рівень, який реалізує основну логіку ПЗ і на якому здійснюється необхідна обробка інформації;
- рівень управління даними, який забезпечує зберігання даних та доступ до них.

Дворівнева клієнт-серверна архітектура передбачає взаємодію двох програмних модулів – клієнтського та серверного. В залежності від того, як між ними розподіляються наведені вище функції, розрізняють:

- модель тонкого клієнта, в рамках якої вся логіка ПЗ та управління даними зосереджена на сервері. Клієнтська програма забезпечує тільки функції рівня представлення;

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

– модель товстого клієнта, в якій сервер тільки керує даними, а обробка інформації та інтерфейс користувача зосереджені на стороні клієнта. Товстими клієнтами часто також називають пристрої з обмеженою потужністю: кишенькові комп'ютери, мобільні телефони та ін.

Типовим прикладом клієнт-серверної взаємодії є WWW. Існує величезна кількість веб-серверів, на яких розміщується та чи інша інформація. У найпростішому випадку ця інформація являє собою набір веб-сторінок, які можуть зберігатися на сервері у вигляді файлів, розмічених за допомогою мови розмітки HTML. Але ситуація, як правило, є складнішою; значна частина веб-ресурсів на сучасному етапі є динамічними, тобто вони не існують в заздалегідь підготовленому вигляді, а створюються безпосередньо в процесі обробки запиту від користувача.

Для того, щоб людина, яка працює в Інтернеті, могла переглянути ту чи іншу сторінку, на її комп'ютері повинно бути встановлено відповідне програмне забезпечення. Програми для перегляду веб-сторінок називаються браузерями.

Але, крім браузерів, до серверів можуть звертатися і інші клієнти, а саме – автономні програми. Вони можуть передбачати взаємодію з людиною, а можуть працювати в цілком автоматичному режимі. Типовим класом таких програм є роботи, призначені для автоматичного перегляду веб-ресурсів. Зокрема, роботи є важливим елементом пошукових систем і використовуються ними для перегляду сторінок і збору інформації про них.

Для запиту до веб-сервера клієнтська програма повинна задати місцезнаходження комп'ютера, на якому розміщується серверна програма, назву потрібного документа і, можливо, інші дані, які специфікують запит. Мережа забезпечує знаходження сервера і передачу йому клієнтського запиту. Серверні програми обробляють цей запит, відповідь пересилається по мережі клієнтові.

Трирівнева клієнт-серверна архітектура, яка почала розвиватися з середини 90-х років, передбачає відділення прикладного рівня від управління даними. Відокремлюється окремий програмний рівень, на якому зосереджується

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

засоби можуть бути найрізноманітнішими. Так, для створення серверних програм, крім PHP, широко застосовуються Java, Perl, Python, Delphi.

Взагалі, технології створення розподілених, зокрема веб-програм, стрімко розвиваються. Слід згадати про технології EJB (Enterprise Java Beans), CORBA, а також про .NET – порівняно нову ініціативу компанії Microsoft. Для зберігання даних та їх передачі часто використовується так звана розширювана мова розмітки XML (Extensible Markup Language).

Розглянемо формат що використовується – **JSON** (JavaScript Object Notation, укр. запис об'єктів JavaScript, вимовляється джейсон) – це текстовий формат обміну даними між комп'ютерами.

JSON базується на тексті, може бути прочитаним людиною. Формат дозволяє описувати об'єкти та інші структури даних. Цей формат головним чином використовується для передачі структурованої інформації через мережу (завдяки процесу, що називають серіалізацією). Розробив і популяризував формат Дуглас Крокфорд.

JSON знайшов своє головне призначення у написанні веб-програм, а саме при використанні технології AJAX. JSON, що використовується в AJAX, виступає як заміна XML (використовується в AJAX) під час асинхронної передачі структурованої інформації між клієнтом та сервером. При цьому перевагою JSON перед XML є те, що він дозволяє складні структури в атрибутах, займає менше місця і прямо інтерпретується за допомогою JavaScript в об'єкти.

JSON з'явився через необхідність обміну даними з сервером у реальному часі без використання плагінів для браузерів, flash-додатків або Java-апплетів, які використовувались скрізь на початку 2000-х років. Дуглас Крокфорд був тим, хто активно просував новий на той час формат. Він з колегами хотів створити технологію, яка використовувала б можливості звичайного браузера давала б веб-розробникам можливість створювати веб-додатки із постійним двостороннім зв'язком із веб-сервером.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

джерела, але вона не є безпечною. Запит XMLHttpRequest пропонується, як безпечніша альтернатива.

Питання безпеки

Хоча JSON призначений для передачі даних в серіалізованому вигляді, його синтаксис відповідає синтаксису JavaScript і це створює низку проблем безпеки. Часто для обробки даних, отриманих від зовнішнього джерела у форматі JSON, до них застосовується функція eval() без якої-небудь попередньої перевірки.

JavaScript eval()

Оскільки JSON представляється синтаксично правильним фрагментом коду JavaScript, природним способом розбору JSON-даних в JavaScript-програмі є використання вбудованої в JavaScript функції eval(), яка призначена для обчислення JavaScript-виразів. При цьому підході відпадає необхідність у використанні додаткових парсерів.

Техніка використання eval() робить систему вразливою, якщо джерело JSON-даних, що використовуються, не відноситься до надійних. Такими даними може виступати шкідливий JavaScript-код для атак за допомогою ін'єкції коду. За допомогою цієї вразливості можливо здійснювати крадіжку даних, підробку автентифікації. Проте, вразливість можна усунути за рахунок використання додаткових засобів перевірки даних на коректність. **Вбудований JSON**

Останні версії веб-браузерів мають вбудовану підтримку JSON і здатні його обробляти без виклику функції eval(), що призводить до описаної проблеми. Обробка JSON у такому разі зазвичай здійснюється швидше.

Так у червні 2009 року вбудовану підтримку JSON мали такі браузери: Mozilla Firefox 3.5+; SeaMonkey 2; Thunderbird 3; Microsoft Internet Explorer 8; Opera 10.5; Браузери, засновані на WebKit (наприклад, Google Chrome, Apple Safari).

Принаймні дві популярні бібліотеки JavaScript використовують вбудований JSON у разі його доступності: jQuery; Dojo.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Підробка крос-доменного запиту

Непродумане використання JSON робить сайти вразливими до підробки міжсайтових запитів (CSRF або XSRF). Оскільки тег `<script>` допускає використання джерела, що не належить до того ж домену, що і використовуваний ресурс, це дозволяє виконувати код даних, представлених у форматі JSON, в контексті довільної сторінки, що робить можливою компрометацію паролів або іншої конфіденційної інформації користувачів, що пройшли авторизацію на іншому сайті.

Це є проблемою тільки у разі вмісту в JSON-даних конфіденційної інформації, яка може бути компрометована третьою стороною і якщо сервер розраховує на політику одного джерела, блокуючи доступ до даних при виявленні зовнішнього запиту. Це не є проблемою, якщо сервер визначає допустимість запиту, надаючи дані тільки у разі його коректності. HTTP cookie не можна використовувати для визначення цього. Виключне використання HTTP cookie використовується підробкою міжсайтових запитів.

Розширення, JSONP

JSONP або «JSON з підкладкою» є розширенням JSON, коли назва функції зворотного виклику вказується як вхідний аргумент. Спочатку ідея була запропонована в блозі MacPython в 2005 році, і в наш час використовується багатьма Web 2.0 застосунками, такими, як Dojo Toolkit Applications, Google Toolkit Applications і zanox Web Services.

Подальші розширення цього протоколу були запропоновані з урахуванням введення додаткових аргументів, як, наприклад, у разі JSONPP за підтримки S3DB вебсервісів.

Оскільки JSONP використовує скрипт-теги, виклики по суті відкриті світові. З цієї причини JSONP може бути недоречними для зберігання конфіденційних даних.

Включення скриптових тегів від віддалених сайтів дозволяє їм передати будь-який контент на сайті. Якщо віддалений сайт має вразливості, які

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- Сповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків та електронної пошти.
- Власна Wiki для кожного проекту.
- Форуми для кожного проекту.
- Облік часових витрат.
- Налаштування власних (custom) полів для задач, затрат часу, проектів та користувачів.
- Легка інтеграція із системами керування версіями (SVN, CVS, Git, Mercurial, Bazaar и Darcs).
- Створення записів про помилки на основі отриманих листів
- Підтримка LDAP автентифікації.
- Можливість самореєстрації нових користувачів.
- Багатомовний інтерфейс (у тому числі українська мова).
- Підтримка СКБД: MySQL, PostgreSQL, SQLite.

Діаграма Ганта (*Gantt chart*, також стрічкова діаграма, графік Ганта) – це популярний тип діаграм, який використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проектом. Є одним з методів планування та управління проектами.

Діаграма Ганта являє собою відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. На деяких діаграмах Ганта також показується залежність між завданнями.

Діаграма може використовуватися для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає завданню, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання завдання; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту «сьогодні». Часто діаграма Ганта використовується спільно з таблицею зі списком робіт, рядки якої відповідають

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу.

Система відстеження помилок Багтрекер – прикладна програма для допомоги розробникам програмного забезпечення (програмістам, тестувальникам тощо) враховувати і контролювати помилки, знайдені у програмах, питання щодо функціональності, рішення та оновлення, побажання користувачів, а також стежити за процесом їх виконання.

Кожному, хто розробляв програмні продукти, добре знайоме співвідношення «20/80» – останні 20 % роботи тривають 80 % часу.

Як це не парадоксально, але нічого дивного в цій пропорції немає, адже саме на завершальній стадії починається тестування проекту, коли виявляються помилки, і що більший проект, то більше буде знайдено помилок.

Водночас досить часто виявляється, що більшість цих помилок були відомі та могли бути виправлені з меншими витратами на попередніх стадіях роботи, але не були вчасно описані, а потім загубилися серед інших важливих завдань.

Отже, система відстеження помилок у найпростішому варіанті – це процес, що включає в себе виявлення помилки, її опис, виправлення і перевірку цього виправлення, тобто процес «стеження» за багом протягом всього як його життєвого циклу, так і життєвого циклу розробки в цілому.

Сукупність інформації про дефект. Головний компонент такої системи – база даних, що містить відомості про виявлені дефекти. Ці відомості можуть включати в себе:

- номер (ідентифікатор) дефекту;
- хто повідомив про дефект;
- дата і час виявлення дефекту;
- версія продукту, в якій виявлено дефект;
- серйозність (критичність) дефекту та пріоритет рішення;
- опис кроків для відтворення дефекту (неправильної поведінки програми);
- відповідальний за усунення дефекту;

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

- обговорення можливих рішень та їх наслідків;
- поточний стан виправлення дефекту;
- версії продукту, в якій дефект виправлений.

Крім того, розвинені системи надають можливість прикріплювати файли, які допомагають описати проблему, наприклад, дамп пам'яті або скріншот.

Життєвий цикл дефекту. Як правило, система відстеження помилок використовує той чи інший варіант «життєвого циклу» помилки, стадія якого визначається поточним станом помилки.

Типовий життєвий цикл дефекту:

1. Новий – дефект зареєстрований тестувальником.
2. Призначений – призначений відповідальний за виправлення дефекту.
3. Дозволений – дефект переходить назад у сферу відповідальності тестувальника. Як правило, супроводжується резолюцією, наприклад:

- Виправлено (виправлення включені у версію таку-то).
- Дубль (повторює дефект, що вже знаходиться в роботі).
- Не виправлено (працює відповідно до специфікації, має занадто низький пріоритет, виправлення відкладено до наступної версії тощо).
- «В мене все працює» (запит додаткової інформації про умови, в яких дефект проявляється).

4. Далі тестувальник проводить перевірку виправлення, залежно від чого дефект або знову переходить у стан «Призначений» (якщо він описаний як виправлений, але не виправлений), або у стан «Закрито».

Система може надавати адміністраторові можливість налаштування користувачі, які можуть переглядати і редагувати помилки залежно від їх стану, переводити їх в інший стан або видаляти. У корпоративному середовищі, система відстеження помилок може використовуватися для отримання звітів, що показують продуктивність програмістів при виправленні помилок. Однак, часто такий підхід не дає достатньо точних результатів через те, що різні помилки мають різну ступінь серйозності та складності. При цьому серйозність проблеми прямо не стосується складності її усунення.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Таблиця 4.1 – Перестановка з розширенням

4	3	2	1	32	31	30	29	28	27	26	25
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

48-бітовий вихід розділяється на чотири 12-бітових блоки.

У кожному блоці виконується така підстановка з використанням S-блоку: береться кожний 12-бітовий вхід, 2 старших і 2 молодших біти використовуються для утворення номера r , а вісім внутрішніх біт утворюють номер c . Вихід S-блоку, O , має наступне значення: $O(r,c) = (c + ((r*17) \oplus 0\text{xff}) \& 0\text{xff})^{31} \bmod P_r$.

Таблиця 4.2 – Значення P_r

r	1	2	3	4	5	6	7	8
P_r	375	379	391	395	397	415	419	425
r	9	10	11	12	13	14	15	16
P_r	433	445	451	463	471	477	487	499

Після цього чотири 8-бітових результати знову поєднуються, утворюючи 32-бітове число, що піддається операції перестановки, описаній в таблиці 3. Нарешті, для одержання нової лівої половини виконується операція XOR правої половини з колишньою лівою половиною, а ліва половина стає новою правою половиною.

Після 16 раундів для одержання остаточного шифртексту знову виконується операція XOR над блоком і ключем.

Таблиця 4.3 – Перестановка за допомогою P-блоку

32	24	16	8	31	23	15	7	30	22	14	6	29	21	13	5
2	20	12	4	27	19	11	3	26	18	10	2	25	17	9	1

Підключи генеруються із ключа досить прямолінійно. 64-бітовий ключ розбивається на ліву й праву половини.

На кожному раунді підключем служить ліва половина. Далі вона циклічно зрушується вліво на 12 або 13 біт, потім після кожних двох раундів ліва й права половини міняються місцями.

Як і в DES, для зашифрування й розшифрування використовується один й той самий алгоритм із деякими змінами у використанні підключів.

КБПЗ_2026

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

На рисунку 5.1 зображено розроблене у бакалаврської дипломної роботі система проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 – Open Standard for Datacenter Availability. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи: Функціональних кнопок ПЗ; Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші; Верхнього меню; Розділу обрання групи; Розділу виведення результату роботи системи.

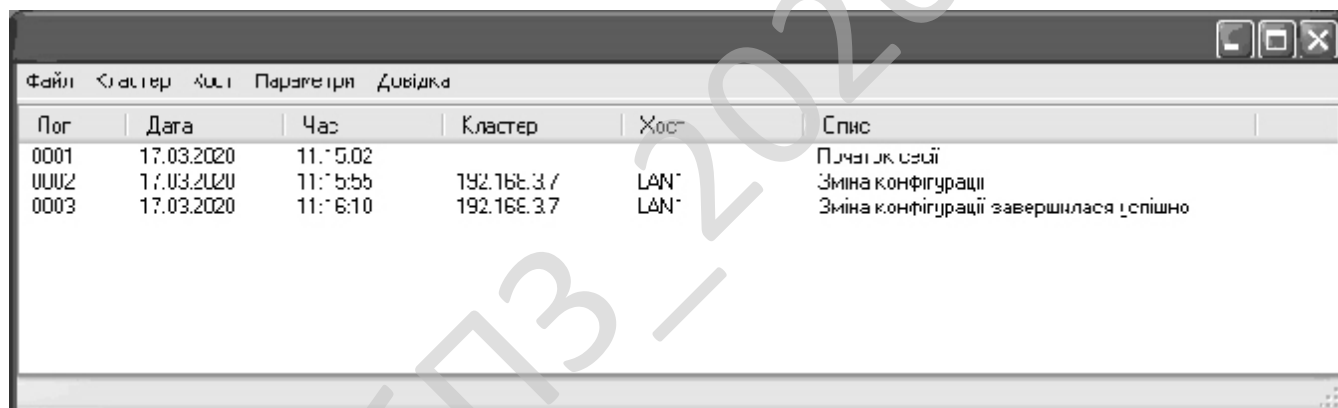


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

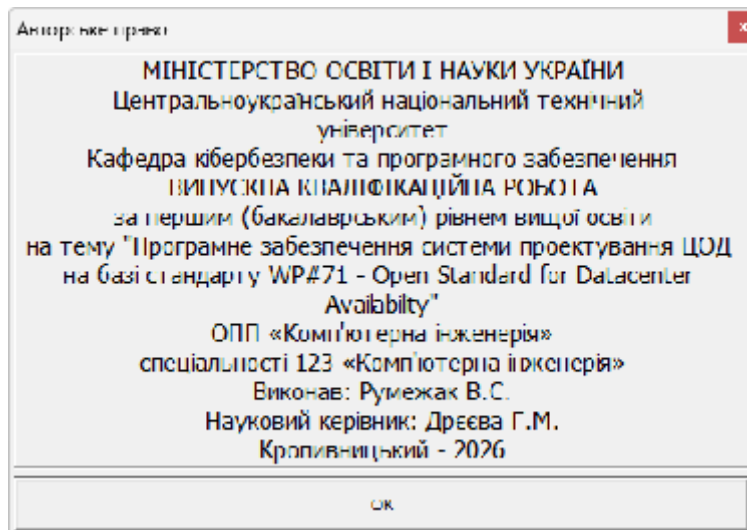


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частиною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

- Випуск.
- Встановлення та активація.
- Деактивація.

- Адаптація.
- Обновлення.
- Вмонтування.
- Відстежування версій.
- Видалення.
- Вилучення з обігу.

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

- Виділення критичних, з точки зору загального результату, процедур в діяльності організації. Коли набір таких процедур визначений, необхідно в першу чергу використовувати ІТ рішення для автоматизації операцій усередині саме цих процедур. Таким чином, розроблене ІТ рішення автоматично стає життєво важливим і затребуваним для організації, а також буде забезпечена публічність процесу впровадження;

- Розширення нормативної бази організації шляхом включення до неї регламентів, що описують порядок виконання процедур автоматизованих процесів. В іншому випадку є небезпека виникнення неузгодженості між автоматизованими процедурами та іншими процесами організації.

- Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

Проводилось тестування чорної скриньки. Основне місце програми тестів «чорної скриньки» – інтерфейс ПЗ. Відомі: функції програми. Досліджується: робота кожної функції на всій області визначення.

Ці тести демонструють:

- Як виконуються функції програми.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

- Як приймаються вихідні дані.
- Як виробляються результати.
- Як зберігається цілісність зовнішньої інформації.

При тестуванні «чорної скриньки» розглядаються системні характеристики програм, ігнорується їхня внутрішня логічна структура. Вичерпне тестування, як правило, неможливе.

Наприклад, якщо в програмі 10 вхідних величин і кожна приймає по 10 значень, то кількість тестових варіантів становитиме 10^{10} . Тестування «чорної скриньки» не реагує на багато особливостей програмних помилок.

Тестування «чорної скриньки» (функціональне тестування) дозволяє отримати комбінації вхідних даних, які забезпечують повну перевірку всіх функціональних вимог до програми.

Програмний виріб тут розглядається як «чорна скринька», чію поведінку можна визначити тільки дослідженням його входів та відповідних виходів. При такому підході бажано мати:

- Набір, утворений такими вхідними даними, які призводять до аномалій у поведінці програми (назвемо його ІТс).
- Набір, утворений такими вхідними даними, які демонструють дефекти програми (назвемо його ОТ).

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен:

- Виявити такі вхідні дані, які з високою ймовірністю належать набору ІТс.
- Сформулювати такі очікувані результати, які з високою імовірністю є елементами набору ОТ.

Принцип «чорної скриньки» не альтернативний принципу «білої скриньки». Скоріше це доповнює підхід, який виявляє інший клас помилок.

Тестування «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок:

- Некоректних чи відсутніх функцій.
- помилок інтерфейсу.

– Помилки у зовнішніх структурах даних або в доступі до зовнішньої бази даних.

– Помилки характеристик (необхідна ємність пам'яті і т.д.).

– Помилки ініціалізації та завершення.

Обрано умови розповсюдження – Shareware.

Під умовно-безплатним програмним забезпеченням можна розуміти спосіб або метод розповсюдження комерційного ПЗ на ринку (тобто на шляху до кінцевого користувача), при якому випробувачеві пропонується обмежена за можливостями (не повнофункціональна або демонстраційна версія), терміном дії (тріал версія) або версія з вбудованим набридливим нагадуванням про необхідність оплати використання програми.

В угоді про використання (ліцензії для кінцевого користувача, EULA) також може бути обумовлена заборона на комерційне або професійне (не тестове) її використання.

Основний принцип умовно-безплатного ПЗ – «спробуй, перш ніж купити» (try before you buy). ПЗ що поширюється як умовно-безплатний, надається користувачам безоплатно. Звичайно користувач платить тільки за час завантаження файлів через Інтернет або за носій (CD диск, флешку, ключ). Протягом певного терміну, що становить зазвичай тридцять днів, він може користуватися програмою, тестувати її, освоювати її можливості.

Якщо після закінчення цього терміну користувач вирішить продовжити використання ПЗ, він зобов'язаний купити його (zareєstrуватися), заплативши авторові певну суму.

В іншому випадку користувач повинен припинити використання ПЗ та видалити його зі свого комп'ютера.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

– Досліджена система проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створенні програмного забезпечення було використано об'єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Python. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

системи проектування ЦОД на базі стандарту WP#71 - Open Standard for Datacenter Availability. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм LOKI_91.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1». Cisco Press. 2020. – 848 p.

2. Wendell Odom. «CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2 Premium Edition eBook and Practice Test». Cisco Press. 2020. – 624 p.

3. Scott Jernigan «CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Eighth Edition». 2022. – 976 p.

4. Doug Lowe «Networking For Dummies 12th Edition». 2020. – 480 p.

5. Ramon Nastase «Computer Networking: The Beginner’s guide for Mastering Computer Networking, the Internet and the OSI Model». 2018. – 186 p.

6. Russ White & Ethan Banks «Computer Networking Problems and Solutions: An Innovative Approach to Building Resilient, Modern Networks». 2017. – 832 p.

7. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп’ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». *Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.)*. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.

8. Al-Azzeh, J., Ayyoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Drieiev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Caverns in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». *International Review on Modelling and Simulations* 18 (1), 2025. pp. 32-42.

9. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №4(24), С. 6-27.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

10. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». *Підводні технології*, 2024, № 13, с. 28-35.

11. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.

12. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

13. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

14. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.

15. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

16. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 3156, 2022, Pages 390-399.

17. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». *Проблеми інформатизації та управління*, № 2(70). 2022. С. 28-37.

18. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 3(69). С. 93-98.

19. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*, № 2 (307). С. 46-52. 2022.

20. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2022, № 1(67). С. 84-89.

21. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

22. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

23. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

24. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable*

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

25. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

26. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.

27. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.

28. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.

29. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

30. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

31. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of*

Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

32. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.

33. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

34. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.

35. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

36. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

37. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019*, Pages 618-629.

38. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering*. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

39. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95

40. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.

41. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.

42. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.

43. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «Дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5G» у *Кібербезпека та інформаційні технології: монографія*. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.

44. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. № 2(33). с. 161-172, 2019.

45. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

46. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

47. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139

48. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.

49. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.

50. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.

51. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.

52. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018

53. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.

					ВКРБ-123.26.0024.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

54. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.

55. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. - 2016. - С. 121-127.

56. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. - Випуск 2 (46) - Х.: ХУПС - 2016. - С. 146-149.

57. Смірнов О.А., Кавун С.В., Доренський О.П., Вялкова В.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 151 с.

58. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.

59. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.